

Tesis de Posgrado

Contribuciones al estudio de la climatología sinóptica en la Argentina

Alessandro, Adelia Perla

1998

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
de la Atmósfera de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Alessandro, Adelia Perla. (1998). Contribuciones al estudio de la climatología sinóptica en la Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3091_Alessandro.pdf

Cita tipo Chicago:

Alessandro, Adelia Perla. "Contribuciones al estudio de la climatología sinóptica en la Argentina". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1998. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3091_Alessandro.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Departamento de Ciencias de la Atmósfera

**CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO DE LA CLIMATOLOGIA
SINOPTICA EN LA ARGENTINA**

Adelia Perla Alessandro

**Tesis presentada para optar por el título de
Doctor en Ciencias de la Atmósfera**

Director de Tesis Dr. Erich R. Lichtenstein

1998

Nº 3 091

A MIS HIJAS

PAULA, SANDRA

Y

JULIETA

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCION.....	vi

CAPITULO I

PARTICULARIDADES IMPUESTAS POR EL CONTINENTE SUDAMERICANO EN LOS CAMPOS TERMICOS Y EN LA CIRCULACION REGIONAL

Introducción.....	1
Campos medios de temperatura.....	2
<i>Anuales y estacionales.....</i>	3
<i>Diferencias medias entre verano e invierno.....</i>	3
<i>Anomalías medias estacionales.....</i>	5
<i>Desvíos típicos interdiurnos para cada estación del año....</i>	5
Campos medios de altura.....	8
<i>Anuales y estacionales.....</i>	8
<i>Diferencias medias entre verano e invierno.....</i>	10
<i>Anomalías medias estacionales.....</i>	10
<i>Desvíos típicos interdiurnos para cada estación del año...12</i>	
<i>Coefficientes mensuales de correlación entre la</i>	
<i>temperatura y la altura.....</i>	13
Campos medios del espesor 500/1000 hPa.....	16
<i>Diferencia medias entre verano e invierno.....</i>	16
<i>Anomalías medias de los espesores.....</i>	16
<i>Desvíos típicos interdiurnos para cada estación del año...18</i>	
Trayectorias de anticiclones en Sudamérica.....	20
Conclusiones.....	29
Bibliografía.....	31

CAPITULO II

CUANTIFICACION DE LA CIRCULACION ATMOSFERICA REGIONAL

Introducción.....	33
Selección de índices.....	33
Comportamiento de los índices.....	35
<i>Valores medios estacionales.....</i>	35
<i>Distribución de frecuencias absolutas.....</i>	37
<i>Marcha anual media en 500 hPa.....</i>	41
<i>Marcha anual media en 1000 hPa.....</i>	46
Desviaciones del promedio suavizado.....	46
Baroclinicidad a través del índice zonal	47

Coeficientes de autocorrelación de los desvios de los índices diarios.....	48
Anomalías suavizadas de los promedios de 10 días.....	51
El Niño y los índices.....	56
Conclusiones.....	56
Bibliografía.....	57

CAPITULO III

DESVIACIONES PERSISTENTES DE LA CIRCULACION ATMOSFERICA

Introducción.....	59
Antecedentes sobre el tema.....	59
La sequía del invierno de 1995.....	61
<i>Anomalías de precipitación y temperatura.....</i>	61
<i>Situación sinóptica asociada.....</i>	68
<i>Amomalias persistentes de la circulación atmosférica durante los meses de mayo a agosto de 1995.....</i>	80
<i>Conclusiones.....</i>	86
Inundación del verano 1982-1983.....	87
<i>Descripción general de las precipitaciones.....</i>	87
<i>Rasgos persistentes de la circulación atmosférica</i>	89
<i>Descripción de la situación sinóptica.....</i>	90
<i>Comportamiento del índice meridional.....</i>	98
<i>Conclusiones.....</i>	100
Bibliografía.....	101

CAPITULO IV

EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS SINOPTICOS EN RELACION A LA SITUACION PREVALECIENTE

Introducción.....	103
Campos medios.....	103
<i>Extremos positivos del índice meridional.....</i>	103
<i>Extremos negativos del índice meridional.....</i>	104
<i>Extremos positivos del índice zonal.....</i>	107
<i>Extremos negativos del índice zonal.....</i>	107
Evolución de los sistemas sinópticos.....	110
<i>En extremos positivos del índice meridional.....</i>	110
<i>En extremos negativos del índice meridional.....</i>	114
<i>En extremos positivos del índice zonal.....</i>	135
<i>En extremos negativos del índice zonal.....</i>	141
Conclusiones.....	157
Bibliografía.....	158

CAPITULO V

RELACION ENTRE LA SITUACION SINOPTICA PREVALECIENTE Y LA TEMPERATURA EN LA ARGENTINA

Introducción.....	159
Datos utilizados.....	159
Asociación de los índices con la temperatura.....	159
<i>Coefficientes de correlación.....</i>	<i>159</i>
<i>Correlación entre las anomalías del índice zonal entre</i>	<i>20 y 40°S y las de temperatura.....</i>
<i>Correlación entre las anomalías de los tres índices del</i>	<i>espesor 500/1000 hPa y las de temperatura.....</i>
<i>Correlación entre las anomalías del índice zonal del</i>	<i>espesor y las de temperatura en las latitudes 20 y 40°S...</i>
<i>Tablas de contingencia.....</i>	<i>167</i>
Campos medios de anomalías de temperatura asociados a desviaciones extremas en los índices.....	168
Conclusiones.....	175
Bibliografía.....	177

CAPITULO VI

RELACION ENTRE LA SITUACION SINOPTICA PREVALECIENTE Y LA PRECIPITACION EN LA ARGENTINA

Introducción.....	178
Datos utilizados.....	178
Asociación de los índices con la precipitación.....	178
<i>Correlación entre los índices y la precipitación.....</i>	<i>178</i>
Campos medios de anomalías de precipitación asociados a desviaciones extremas de los índices.....	183
<i>Indice meridional.....</i>	<i>185</i>
<i>Indice zonal.....</i>	<i>189</i>
<i>Indice de curvatura.....</i>	<i>192</i>
La precipitación en relación a la combinación simultánea de índices.....	195
Conclusiones.....	204
Bibliografía.....	206

CONCLUSIONES.....	207
-------------------	-----

AGRADECIMIENTOS

Gracias al 'MAESTRO' el Dr Lichtenstein, que confió en mí y me alentó en esta avanzada etapa de mi vida, que me brindó sus invalorable conocimientos junto con su afecto y continuo apoyo especialmente en los momentos difíciles de mi vida en que lo necesité; por esas tardes tan amenas en que entre cigarrillo y café el trabajo no se sentía como tal y las horas se convertían en minutos.

Al Dr Vargas que me introdujo al mundo de la investigación, a quien tantas veces acudí por ayuda, que me aconsejó y resolvió mis dudas, por la calidad humana que me brindó y que me enseñó a expresar los afectos.

A mis compañeras del Departamento de Ciencias de la Atmósfera que me alentaron y resolvieron problemas computacionales, especialmente a Alejandra Salles, Graciela del Franco y Elizabeth Castañeda.

Al Departamento de Ciencias de la Atmósfera que me brindó la posibilidad de estar en el durante tantos años. A todo el personal que lo compone, a su secretaria Susana Di Stéfano que siempre estuvo dispuesta a solucionarme todos los problemas.

A la Universidad de Buenos Aires y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por el apoyo brindado a través de los recursos provistos por subsidios.

Al Servicio Meteorológico Nacional por los datos y análisis diarios que me han facilitado.

Al Centro de Investigaciones de Mar y Atmósfera por haberme facilitado los datos de los análisis diarios del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo.

Por último un agradecimiento muy especial a mis hijas a quienes le robé muchas horas que juntas debíamos compartir, a mi madre que me ayudó ilimitadamente toda su vida y a mi padre que con mucho amor y esfuerzo costó mi educación.

RESUMEN

El tema central de esta tesis es determinar en la Argentina, la influencia de la situación persistente en una escala mayor sobre el desarrollo de los sistemas migratorios, y la asociación de la misma con las variaciones de temperatura y precipitación.

Para su estudio, se han utilizado datos y cartas sinópticas del Servicio Meteorológico Nacional y los valores diarios de 12 UTC de los análisis del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo, de los años 1980-1988 en los niveles de 500 y 1000 hPa.

Con estos datos se han obtenido los campos medios, base para el cómputo de las anomalías en casos particulares y para ver la influencia del continente sudamericano.

La situación sinóptica en la escala regional se halla dominada por la posición y amplitud de las ondas largas en los oestes. A fin de cuantificar este aspecto se han seleccionado índices regionales de circulación meridional, zonal y de curvatura en 1000 y 500 hPa como también del espesor de 500/1000 hPa.

La marcha anual del índice meridional entre 40 y 90°O en 40°S y el zonal entre 35 y 55°S en 60°O, coinciden en general con lo ya estudiado para el Hemisferio Sur, en cambio el índice de curvatura muestra una fuerte influencia térmica del continente sudamericano en 40°S.

El espectro de ondas en el Hemisferio Sur, es suficientemente continuo como para no poder distinguir con claridad las ondas largas de las cortas como en el Hemisferio Norte, ocasionando considerable 'ruido' en los índices.

Para caracterizar la posición de las ondas largas se han promediado los índices por períodos de 5, 10 y 30 días.

En estos períodos se halló la asociación de estos últimos con el comportamiento de los sistemas sinópticos y con las variaciones de temperatura y precipitación. De este análisis surge en respuesta a anomalías del meridional, que una cuña de onda larga

en el Pacífico o una vaguada en el Atlántico se asocia al desarrollo de una serie de anticiclones con trayectoria SO-NE y a anomalías negativas de temperatura y precipitación.

Una vaguada en el Pacífico o una cuña en el Atlántico se asocia a una serie de depresiones con trayectoria NO-SE, a una depresión del noroeste argentino profunda y anomalías positivas de las variables citadas anteriormente.

Similarmente se obtienen claras relaciones entre estas últimas y las anomalías del índice zonal y de curvatura.

Los campos de anomalías de temperatura y precipitación podrían ser transformados en campos pronosticados a medio y largo plazo, una vez establecidos los métodos de pronóstico hemisféricos de las ondas largas. Un comienzo ya está dado con los pronósticos de la Oscilación del Sur-el Niño, relacionados con los índices de circulación elegidos.

ABSTRACT

In this thesis the relation between the atmospheric circulation in a larger scale and the development of the migrating systems in Argentina is studied, including variations of temperature and precipitation.

For this purpose the data of the daily analysis of 12 UT of the European Center for Medium Range Weather Forecast of the years 1980 to 1988 are used, including values of 1000 and 500 hPa and the thickness 500/1000 hPa.

Use is made of surface data and upper-air analysis of the Servicio Meteorológico Nacional, also.

With these data mean circulation fields are obtained, taken as a basis for computing anomalies of particular situations and for determination of the influences of the Southamerican continent.

At a regional scale the synoptic situation is dominated by the position and amplitude of the long waves in the westerlies.

For the purpose to quantify this aspect, regional circulation indexes are select with the hights of 1000 and 500 hPa and the thickness of 500/1000 hPa.

The annual variation of the meridional index at 40°S between 40 and 90°W and that of the zonal index at 60°W between 35 and 55°S is in accordance with those in the Southern Hemisphere, but the index of curvature at 40°S centered at 65°W shows a strong thermal influence of the Southamerican continent.

While in the Northern Hemisphere generally there is a clear distinction between long and short waves, in the Southern Hemisphere the wave-spectrum is more continuous, not being easy to separate long from short waves.

Therefore the indexes are taken in averages of 5, 10 and 30 days to obtain the position of the long waves.

With these averages the relation between the indexes and the development of the migratory synoptic-scale systems and the

variations of temperature and precipitation are obtained.

From the anomalies of the meridional index it is concluded that a ridge of a long wave in the Pacific Ocean or a trough in the Atlantic is associated to a series of high pressure systems moving across Argentine from SW to NE, a weakness of the north western low and of the advection of moisture from the north. Thus negative anomalies of temperature and precipitation is observed.

A trough on the Pacific or a ridge in the Atlantic Ocean is related to a trend of lows crossing Patagonia from NW to SE, a deep Northwestern low and some cases of cyclogenesis over Northeastern Argentina. In this case positive anomalies of temperature and precipitation are seen.

In addition clear relationships between the zonal and curvature indexes and the characteristics of the migratory systems and with variations of temperature and precipitation are obtained.

These relationships can be used for medium and long-range predictions once the methods of forecasting long waves in the Southern Hemisphere are developed.

One beginning is now in course, consisting in the predictions of the SOI-el Niño, related to the indexes introduced in this thesis.

CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO DE LA CLIMATOLOGIA SINOPTICA

EN LA ARGENTINA

INTRODUCCION

La "Climatología Sinóptica", estudia sobre una región determinada, el comportamiento "normal" o promedio de los sistemas sinópticos, sus variaciones y extremos, así como también las consecuencias que ellos traen aparejados sobre el desarrollo del tiempo y en su conjunto del Clima.

Se observa que durante ciertos períodos, a veces de varios meses, el comportamiento de los sistemas sinópticos muestra una notable recurrencia de su comportamiento desviado de la normal. Este fenómeno abarca trayectorias, desarrollos e intensidades de ciclones, anticiclones, frentes y ciclogénesis.

En latitudes medias especialmente, este comportamiento está relacionado con ondas largas en los oestes que determinan la latitud, orientación e intensidad de los principales campos baroclínicos, sede de los desarrollos sinópticos.

El propósito de la presente tesis es investigar la influencia de la circulación atmosférica prevaleciente en una escala mayor, sobre el desarrollo de los sistemas sinópticos migratorios que afectan al territorio continental argentino, y la asociación de la misma con las variaciones de temperatura y precipitación.

Se utilizan los datos en puntos de reticulado de los análisis diarios de 12 UTC del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo, en una área regional que abarca de 20 a 140°O y de 10 a 70°S.

Se establecen sus campos medios y su variación anual, para calcular las anomalías en casos particulares, como así también para estudiar algunos aspectos de la influencia del continente sudamericano sobre la circulación atmosférica.

Con el fin de cuantificar la posición y amplitud de las ondas largas alrededor de Sudamérica se introducen tres índices de circulación diferentes, en 500 hPa, 1000 hPa y en el espesor 500/1000 hPa.

Se estudian los distintos aspectos del comportamiento medio de los índices y se los promedia durante distintos períodos de tiempo.

A través de estos índices se desea señalar la acción de las ondas largas sobre el comportamiento de los sistemas migratorios y por ende de las anomalías de temperatura y precipitación asociadas.

Para este propósito se hace uso de los datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, eligiendo estaciones situadas en distintos regímenes climáticos.

En el Hemisferio Norte hay una clara diferenciación entre ondas largas y ondas cortas en los oestes, generalmente de número 4 y 10 respectivamente; en cambio en el Hemisferio Sur esta clasificación no es tan clara y el espectro de ondas se presenta mucho más continuo.

De esta manera se introduce en la apreciación de las ondas largas un significativo 'ruido' de ondas más cortas de longitud intermedia.

Para analizar la influencia de las ondas largas sobre los sistemas, la temperatura y la precipitación, no solo es necesario tomar promedios de los índices de al menos 5 días, sino también estudiar aquellos casos en que sus anomalías exceden la variabilidad normal (σ).

ALGUNOS ESTUDIOS PREVIOS

a) Internacionales

El concepto de situación meteorológica en gran escala fue introducido por Baur (1937), "Grosswetterlage", al estudiar trayectorias de ciclones y anticiclones en Europa, tomando como

área un cuarto de hemisferio aproximadamente. En aquella época se introduce el concepto de la conducción de los sistemas sinópticos por "las corrientes en altura".

Rossby (1940) describió dinámicamente las ondas inerciales horizontales, denominadas posteriormente "ondas de Rossby", una de las dinámicas preferenciales de la atmósfera y fuertemente asociadas a las ondas largas de los oestes.

Namías y Clapp (1944) describieron el comportamiento de las ondas largas en los oestes, principalmente para el área norteamericana, usando mapas de 700 hPa promediados sobre distintos períodos de tiempo hasta de un mes. Vincularon además la posición de las crestas y vaguadas con las características del tiempo meteorológico.

En 1951 ellos introdujeron el índice de circulación zonal como diferencia entre las presiones promediadas en un círculo de latitud subtropical y otro subpolar. Estudiaron su comportamiento medio, sus variaciones cuasi periódicas y su relación con la amplitud y el desplazamiento de las ondas largas.

En el Hemisferio Sur, Stretten (1973) determinó la posición preferente de ondas largas al estudiar bandas nubosas persistentes de las imágenes satelitales. El número de ondas encontrado fue entre 3 y 4.

Un resultado similar obtuvieron Morel y Brandeen (1974), determinado a través de las trayectorias de globos de nivel constante en 200 hPa durante el experimento EOLE.

Trenberth (1980), haciendo uso de los análisis hemisféricos del Servicio Meteorológico Australiano, ubicó una intensa cuña en el área de Tasmania-Nueva Zelanda. Determinó además una cresta en el meridiano del sur de Sudamérica aunque menos pronunciada y la preferencia del número de onda tres en estas configuraciones estacionarias.

Este mismo autor en 1985, describió zonas de anomalías persistentes y de preferente ocurrencia de bloqueos en el Hemisferio Sur, estando uno de ellos en el Atlántico aproximadamente en 50°S y 50°O.

Kayano y Kousky (1989) determinaron estadísticamente frecuencias de bloqueo en función de la longitud, encontrando un máximo principal en 180°O y otro algo menor en 70°O con máxima frecuencia en otoño y primavera y más en invierno que en verano.

Kousky y Bell (1992) realizaron correlaciones de altura en 500 hPa entre un punto y los restantes del Hemisferio Sur. El lugar de referencia fue desplazado de 10 en 10 grados de longitud y latitud. En las latitudes medias obtuvieron una clara preferencia de la onda 3 y en menor grado de la 4.

b) Nacionales

Díaz (1953) efectuó un estudio de las anomalías mensuales de lluvia y temperatura en función de una serie de parámetros tomados de largos registros de estaciones seleccionadas de Sudamérica. Uno de los resultados más importantes fué encontrar anomalías de larga duración.

Wolcken (1954) describió las precipitaciones en estaciones seleccionadas del territorio argentino y también las trayectorias de ciclones y anticiclones en verano e invierno. Concluyó que una de las principales causas de la precipitación es la lluvia frontal.

Grandoso y Nuñez (1955), estudiaron una situación persistente invernal de bloqueo en el área de Malvinas- Orcadas, y observaron ciclogénesis intensas en latitudes bajas asociadas a una ola de frío.

Scian (1970) estudió la situación sinóptica asociada a las temperaturas mínimas extremas en junio de 1967. Encontró un centro frío en la troposfera media en conjunción con un anticiclón continental en trayectoria S-N.

Malaka y Nuñez (1980) describieron la situación sinóptica asociada a la sequía del año 1962. Encontraron una persistente cuña ubicada desde puerto Montt hasta Islas Orcadas del Sur, con actividad bloqueante en esta última estación y un debilitamiento o alejamiento del anticiclón subtropical del Atlántico.

Minetti, Sierra y Poblete y (1987) estudiaron fluctuaciones en la circulación regional de Sudamérica y la vincularon con variaciones de precipitación en períodos largos (2 a 20 años).

Bischoff (1988) realizó un análisis espectral de las variaciones de parámetros en altura en estaciones argentinas, encontrando un espectro bastante uniforme, lo que indica diversidad en la longitud de onda. Aunque encontró algunos períodos preferenciales como de 7 y 25 días.

Salles y Compagnucci (1995) estudiaron las características dominantes de la circulación atmosférica durante los años 1976 (Niño) y 1977 usando componentes principales. Hallaron para los dos años citados, una diferencia significativa en el comportamiento de los sistemas sinópticos y en el espectro de frecuencia.

Berberly y Lozano (1993) estudiaron el efecto de anomalías persistentes de cinco días en 200 hPa, sobre la temperatura y la precipitación en la Argentina tanto en 50°S, 50°O como en 50°S, 100°O. Tomaron datos del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo. Obtuvieron para algunas regiones respuestas significativas.

Ruiz (1995) determinó en forma estadística la situación prevaleciente asociada a la precipitación para distintos lugares del país. Del análisis del espesor 500/1000 hPa surgió que en los casos de precipitación las zonas analizadas estaban en el extremo cálido de un campo baroclínico y de un centro frío al oeste, vale decir que la lluvia se produce fundamentalmente en la cercanía de una onda frontal.

Alessandro y Lichtenstein (1996) investigaron las causas de la extrema sequía durante el invierno de 1995. Una fuerte perturbación de los oestes en el Hemisferio Sur con muy bajo índice de circulación zonal y una onda 3 estacionaria de excepcional amplitud produjo una situación bloqueante sobre el sur de Sudamérica. Con intensa actividad ciclónica alrededor de las Islas Malvinas en conjunción con un anticiclón de bloqueo en el SE del Pacífico.

Campetella y Rusticucci (1996) analizaron la situación sinóptica asociada a la extrema ola de calor en el centro y norte de la Argentina durante marzo de 1980. Observaron un anticiclón cerrado en 500 hPa centrado sobre el norte de Argentina y un continuo flujo desde los trópicos en superficie.

OBJETIVO

Estudiar la influencia de las ondas largas en los oestes sobre el desarrollo de los sistemas sinópticos que afectan al territorio continental argentino, y la acción que estas ejercen sobre la temperatura y la precipitación.

a) Objetivos particulares

1. Establecer los campos medios como base para determinar las anomalías en las situaciones sinópticas a tratar y señalar los rasgos principales de la influencia del continente sudamericano en la circulación atmosférica.
2. Seleccionar índices de circulación en la escala regional para cuantificar la posición y amplitud de las ondas largas en los alrededores de Sud América.
3. Estudiar el comportamiento medio de estos índices, su marcha anual y sus variaciones, persistencias y periodicidades.
4. Estudiar dos casos de fuerte persistencia en anomalías de la circulación.
5. Determinar el comportamiento de los sistemas sinópticos que afectan al país en casos extremos de los índices de circulación.
6. A través de los índices de circulación determinar la respuesta de la temperatura y la precipitación a la posición de ondas largas en estaciones meteorológicas situadas en distintos regímenes climáticos.

b) Desarrollo

En el Capítulo I se señalan los campos medios de la circulación atmosférica sobre el centro-sur de Sudamérica y los océanos circundantes, que a la par de ser utilizados como base para el cómputo de desviaciones o anomalías de situaciones sinópticas, permiten ver los rasgos más sobresalientes de la influencia del Continente Sudamericano.

En el Capítulo II se introducen índices de circulación en la escala regional, con el objeto de cuantificar la amplitud y posición de las ondas largas. Se estudia su climatología, su marcha anual y sus anomalías haciendo inferencias sobre periodicidades.

En el Capítulo III se estudian dos casos de fuerte persistencia anómala de la circulación en gran escala. El primero considera la sequía del invierno de 1995 y el segundo las inundaciones acaecidas en el verano 1982-1983.

El Capítulo IV está destinado a estudiar la influencia de la situación en la escala regional sobre el desarrollo, la trayectoria y la intensidad de los sistemas sinópticos migratorios que afectan a la Argentina.

Las anomalías de la temperatura en respuesta a la ubicación de las ondas largas son estudiadas en el Capítulo V.

Finalmente se determinan en el Capítulo VI las variaciones de la precipitación influenciadas por la situación persistente en la escala regional.

BIBLIOGRAFIA

Alessandro A. P. , E. R. Lichtenstein (1996): Anomalías persistentes de la circulación atmosférica durante la sequía del invierno de 1995, VII Congreso Argentino de Meteorología, VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, 315-316.

Baur F. (1937): Einführung in die Grosswetter Forchimg. Mathematische, . Physikalische Bibliothek, 88.

Berbery E. H., Lozano L. A. (1991): Características regionales de alturas persistentes en los océanos Atlántico y Pacífico Sur.

Anales, Congremet VI, -153-154.

Bischoff S. A. (1988): Análisis espectral de Perturbaciones Sinópticas Troposféricas sobre áreas Argentinas. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. 95-124.

Campetella C., M. Rusticucci (1996): Estudio de las condiciones sinópticas asociadas a la ola de calor de marzo de 1980. Actas VII Congreso Argentino de Meteorología y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, 339-340.

Díaz E. L. (1953) : Interrelaciones entre anomalías mensuales de lluvias, temperatura, presión , gradientes y variaciones. Meteoros año III, 342-382.

Grandoso H. N. , Nuñez E., 1955. Análisis de una situación de bloqueo en la parte austral de América del Sur . Meteoros . Año V; 35-54.

Kayano M. T. , V. E. Kousky (1989): Southern Hemisphere Blocking Climatology. Third International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography 132-133.

Kousky V. E. , Bell, G. D. (1992): Atlas of the Southern Hemisphere. NOAA. Atlas N°9.

Malaka I., Nuñez S. (1980): Aspectos sinópticos de la sequía que afectó a la República Argentina en 1962. Geoacta 10 , 1-22.

Minetti J. L. , Sierra E. M. , Poblete A. G. (1987): Las fluctuaciones de la circulación regional en Sudamérica. Anales. II Congreso Interamericano de Meteorología, V Congreso Argentino de Meteorología, 12.3.1-12.3.6.

Morel P. , M. Brandeen (1974): Mean 200 mb circulation in the Southern Hemisphere observed from EOLE balloon flights. Journal of the Atmospheric Sciences 31.

Namias J., Clapp P. F. (1944): Studies of the motion and development long waves in the westerlies. Journal of Meteorology 1, 57-66.

Namias J. , Clapp P. F. (1951): Observational studies of general circulation patterns. Compendium of Meteorology. The American Meteorological Society. 551-568.

Rossby C. E. (1940) : Appendix in V. P. Starr. Basic

Principles of Weather Forecasting. The Mc Millan Book Co.

Ruiz N. E. (1995): 500 relativ vorticity and thickness climatology related to precipitation in Southern Southamerica. Preprints. Ninth Conference on Climatology.

Salles M. A. , Compagnucci R. H. (1995): Características de la circulación de superficie durante 1976-1977 y su relación con las anomalías en el sur de Sudamérica. *Meteorológica* 20, 1 y 2, 7 -16.

Scian B. V. (1970): Situación sinóptica asociada a las temperaturas extremas observadas en junio de 1967. *Meteorologica* 1, 22-37.

Streten N. A. (1973): Some characteristics of satellite-observed bands of persistent cloudiness in the Southern Hemisphere . *Monthly Weather Review* 101, 454-495.

Trenberth K. E. (1980): Planetary waves at 500 hPa in the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review* 108. 1078-1089.

Trenberth, K. E., Swanson, G. S., 1985. Blocking and persistent anomalies in the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review* 113, 3-21.

Wölcken K. (1954): Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina. *Meteoros* 4, 327-366.

CAPITULO I

PARTICULARIDADES IMPUESTAS POR EL CONTINENTE SUDAMERICANO EN LOS CAMPOS TERMICOS Y EN LA CIRCULACION REGIONAL

INTRODUCCION

Con el fin de establecer una base para hallar desviaciones o anomalías se establecieron los campos medios basados en los análisis del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo.

Se tomaron los valores diarios analizados de las 12 UTC, del período de 3 años comprendido entre 1983 y 1985. Se obtuvieron campos medios de las variables temperatura y altura de las superficies isobáricas tipo de 850, 500 y 200 hPa

Los valores de altura de 850 hPa y 1000 hPa de este Centro, no son confiables en puntos de retícula sobre el Altiplano boliviano-peruano, probablemente debido al cálculo de alturas geopotenciales de superficies isobáricas, situados a varios kilómetros debajo del nivel de la superficie del Altiplano. Con el fin de verificar una posible propagación espacial de este error, se han cotejado los valores medios con los radiosondeos del área continental argentina, obteniéndose una muy buena concordancia. El error cuadrático medio de los promedios mensuales oscila alrededor de los 1.8 mgp y el de los valores de la varianza se halla en promedio en 1.2 mgp. Aunque en Córdoba los errores son algo mayores, se entiende que los campos analizados y las conclusiones tienen amplia validez.

El área elegida está comprendida entre los 10° y 70°S y los 20° y 120°O. La distancia entre los puntos de grilla es de 2.5 grados, tanto en longitud como en latitud. El reticulado utilizado puede observarse en la figura 1.

La longitud del período considerado para este estudio se debe a que en 1992 no se disponía de medios de cómputo más potentes,

obedeciendo a la misma causa la reducción de la región para la que se calculó la varianza de los espesores.

Si bien el lapso de tiempo abarcado puede parecer corto, se estima que es suficiente para mostrar los rasgos más sobresalientes de este análisis.

CAMPOS MEDIOS

Los campos calculados son:

A) Anuales y estacionales.

B) Diferencias medias entre el verano y el invierno.

C) Anomalías zonales medias estacionales. Estas últimas obtenidas como los desvíos respecto al promedio zonal tomado entre las longitudes citadas anteriormente.

D) Desvíos típicos interdiurnos para cada estación del año. En la zona limitada por los 40° y 100° de longitud y los 10° y 60° de latitud.

E) Coeficientes mensuales de correlación lineal diaria en cada punto del reticulado, entre la temperatura y la altura en 850 hPa y 500 hPa.

F) Campos medios estacionales del espesor 500/1000 hPa.

G) Diferencia del mismo entre el verano y el invierno.

H) Sus anomalías zonales.

I) Desvíos típicos del espesor.

RESULTADOS DE LOS CAMPOS MEDIOS ANALIZADOS

1. Temperatura.

A) Anuales y estacionales.

1-A) La figura 2 muestra en 850 hPa al continente ligeramente más caliente en el promedio anual, debido a la radiación, a la advección caliente en el centro del país y a la subsidencia orográfica que también afecta a la Patagonia (Lichtenstein, 1980).

En la figura 3 se aprecia la temperatura media estival (diciembre, enero y febrero) en 850 hPa, notándose un neto aumento de la temperatura sobre el continente, mientras que en invierno (junio, julio y agosto) predomina un enfriamiento sobre la Cordillera de los Andes (Fig. 4). En 500 hPa, a pesar de ser más zonales los campos, en verano todavía se pone en evidencia un leve aumento de la temperatura.

Si bien, los campos en la superficie isobárica de 200 hPa son alterados por la interferencia de la tropopausa, en la estación de verano (Fig. 5) puede notarse una lengua caliente que se introduce desde Bolivia hacia el sur de Brasil, que puede deberse a la influencia del continente, dado que en estas latitudes la superficie de 200 hPa se halla por debajo de la tropopausa.

B) Diferencias medias entre verano e invierno.

1-B) Respecto a los campos medios de diferencia entre verano e invierno en 850 hPa (Fig. 6), se puede apreciar la presencia de un centro de alto valor positivo en Mendoza. Si bien la causa primordial de esta gran amplitud anual, se debe al efecto del balance de radiación, también se observa de acuerdo a los radiosondeos medios de Córdoba una advección de aire cálido algo mayor en verano ($2.01^{\circ}\text{C}/\text{día}$) que en invierno ($1.29^{\circ}\text{C}/\text{día}$) mientras que no queda claro, si existe una variación en el valor de la subsidencia forzada. Se estima que ésta amortigua la diferencia, ya que el viento zonal del oeste es más intenso en

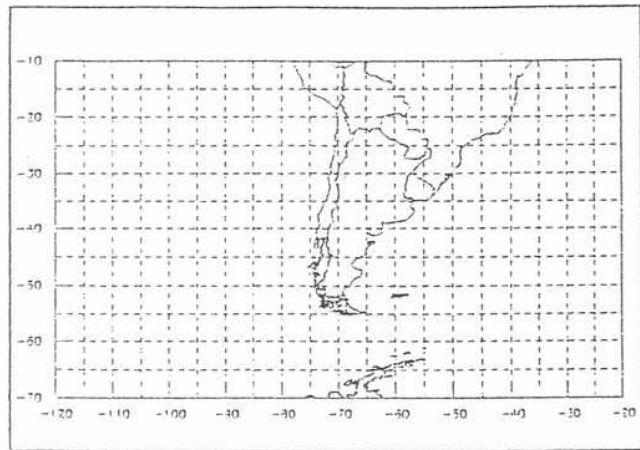


Fig.1: Grilla geográfica utilizada.

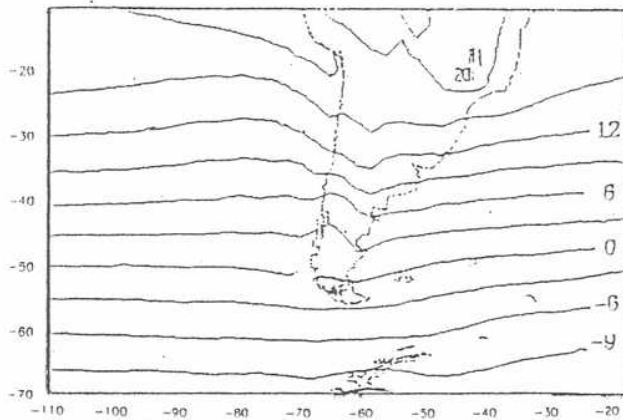


Fig.2: Campo medio anual de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en 850 hPa.

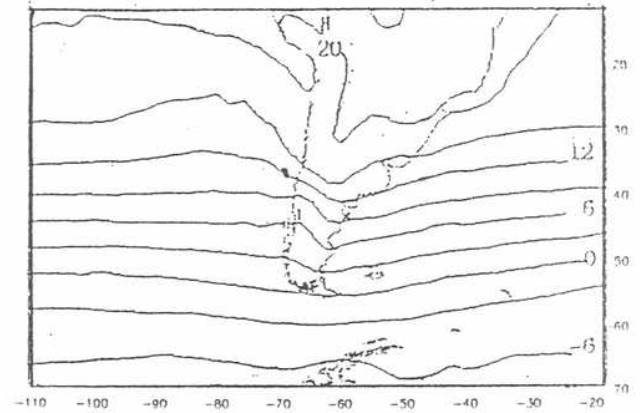


Fig.3: Campo medio estival de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en 850 hPa.

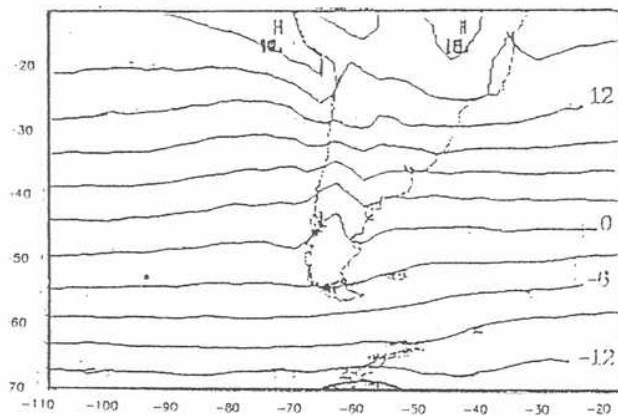


Fig.4: Campo medio invernal de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en 850 hPa.

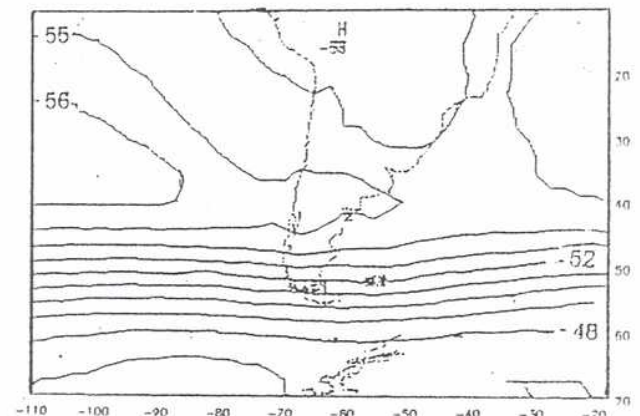


Fig.5: Campo medio estival de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en 200 hPa.

invierno.

Aunque en forma bastante atenuada, en 500 hPa (Fig. 7) las diferencias de temperatura detectan la influencia del continente.

En las proximidades de los 40°S , se observa que el mayor cambio de temperatura se extiende zonalmente a los océanos, debido probablemente al corrimiento estacional del campo baroclínico principal asociado al frente polar.

C) Anomalías medias estacionales entre 20 y 120°O .

1-C) En las figuras 8, 9 y 10 se muestran las anomalías zonales de verano correspondientes a 850, 500 y 200 hPa respectivamente, donde se puede apreciar claramente la perturbación térmica producida por el continente. Es interesante destacar el desplazamiento del máximo de anomalía desde Mendoza ($32^{\circ}53'\text{S}$, $68^{\circ}52'\text{O}$) en 850 hPa, a Salta ($24^{\circ}51'$, $65^{\circ}29'\text{O}$) en 500 hPa y a Paraguay (20°S , 60°O) en 200 hPa, presentándose ésta en invierno, muy amortiguada y desplazada hacia el norte.

D) Desvíos típicos interdiurnos para cada estación.

1-D) Dado que la varianza pone en evidencia el pasaje de sistemas, se observa en todas las épocas del año un aumento de ella con la latitud y una disminución en la estación estival (diciembre, enero y febrero) en los niveles elegidos.

Las series utilizadas no han sido filtradas, por lo que los valores de varianza incluyen la variabilidad no solo sinóptica sino alguna de escala de tiempo más larga.

En la figura 11 correspondiente al verano (a) e invierno (b) en el nivel de 850 hPa, se observa sobre el continente una zona de máxima variabilidad que se desplaza entre los 45°S en verano y 35°S en invierno; la que obedece a las oscilaciones del frente polar, donde se alternan las masas frías del mismo con las masas de aire de origen tropical.

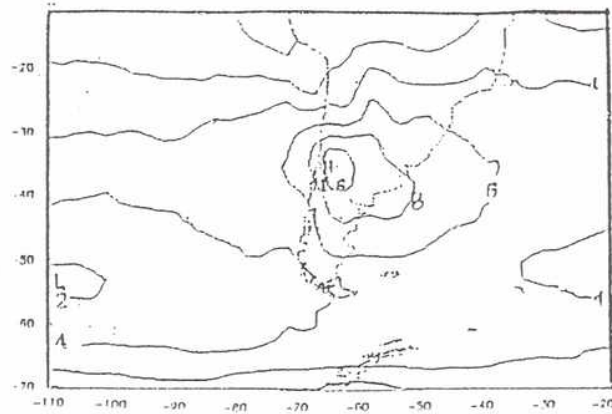


Fig.6: Campo medio diferencia (verano-invierno)de temperatura (C°) en 850 hPa.

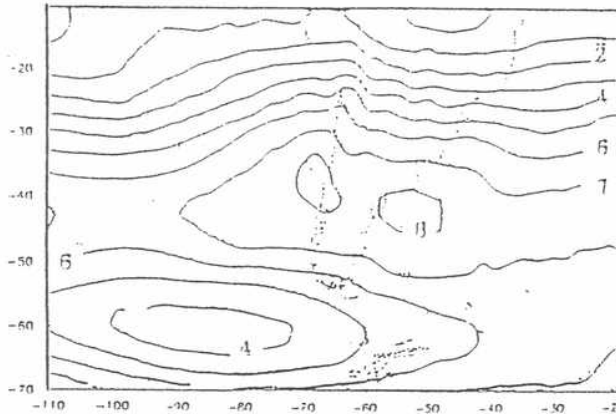


Fig.7: Campo medio diferencia (verano-invierno)de temperatura (C°) en 500 hPa.

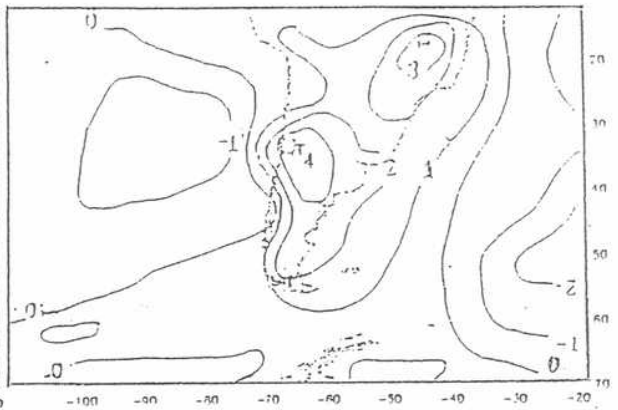


Fig.8:Anomalías medias zonales est. de temperatura (C°) en 850 hPa.

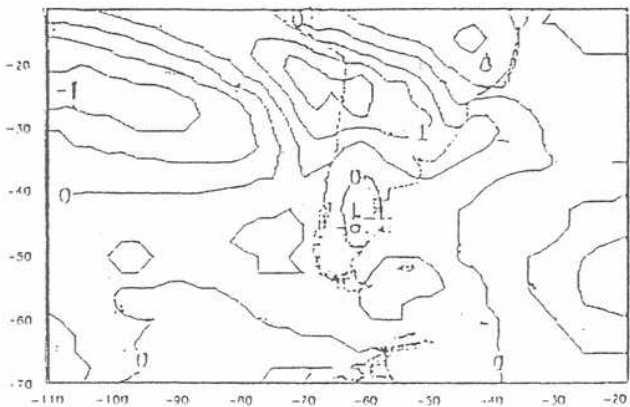


Fig.9:Anomalías medias zonales estivales de temperatura (C°) en 500 hPa.

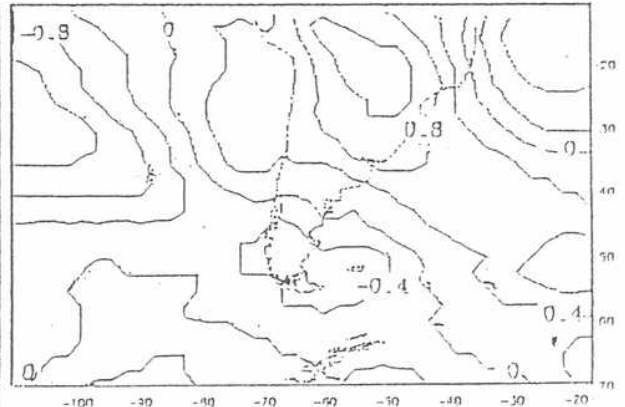
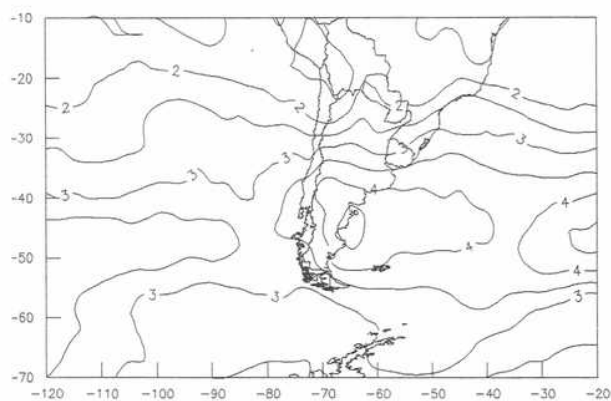
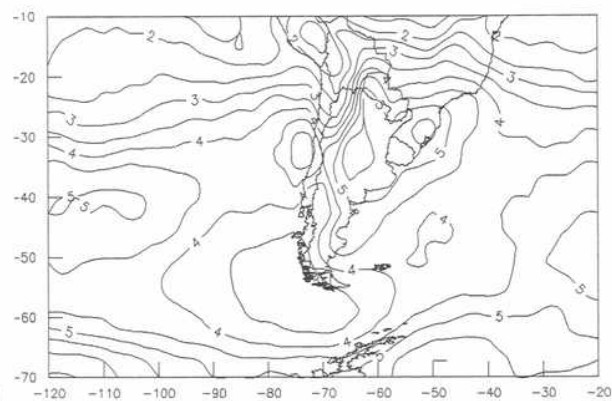


Fig.10:Anomalías medias zonales estivales de temperatura (C°) en 200 hPa.

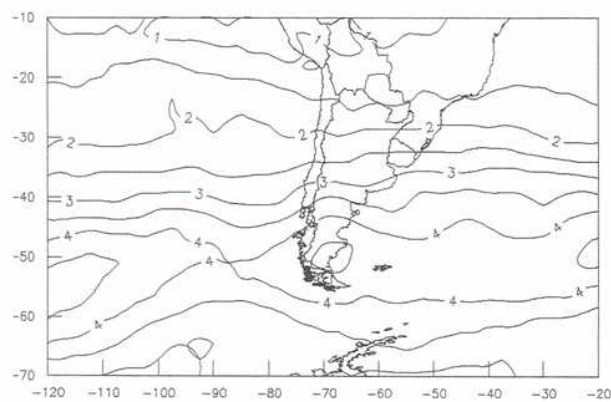


a)

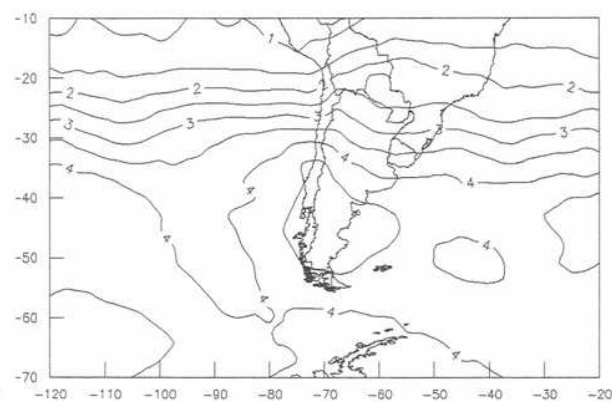


b)

Fig. 11: Campos de desvíos típicos de temperatura (C°) en 850 hPa en:
a) Verano y b) Invierno.



a)



b)

Fig. 12: Campos de desvíos típicos de temperatura (C°) en 500 hPa en:
a) Verano y b) Invierno.

Dentro de esta franja en todas las estaciones del año, se halla un máximo sobre el continente como resultado de la canalización meridional de los flujos al este de la Cordillera de los Andes, lo que provoca un mayor desplazamiento de los frentes (Lichtenstein, 1989).

A excepción del verano y con su máxima expresión en primavera, en 850 hPa, se sitúa una banda zonal de altos valores que se extiende hacia el sur de aproximadamente los 60° S, que podría atestiguar la presencia del frente antártico.

En 500 hPa (Fig.12), la incidencia de este último es prácticamente nula.

En este nivel, en verano (Fig. 12a)) la zona de máxima variabilidad se ve desplazada hacia el sur en 5 ó 10 grados respecto a 850 hPa. Se observa además en todos los períodos estacionales, un centro de máximo valor en el sur del territorio argentino.

2. Altura.

A) Anuales y estacionales.

2-A) Los campos medios estacionales de altura en 850 hPa (no se muestran) son casi zonales al sur de aproximadamente los 40° de latitud, destacándose un mínimo en el noroeste argentino, en concordancia con la baja en superficie en esta región. Idéntica situación se observa en el campo anual (Fig. 13). El anticiclón que se presenta en este nivel, en la zona boliviana, se estima que se debe al sistema de asimilación de datos que se usa en el Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo. Este anticiclón no está involucrado con el sistema conocido como 'Alta de Bolivia', que se encuentra en niveles superiores.

En 500 hPa los campos medios estacionales y el anual, muestran prácticamente un campo zonal en la zona estudiada.

En el nivel de 200 hPa en las cuatro estaciones del año, el campo es zonal al sur de los 30°S aproximadamente, notándose

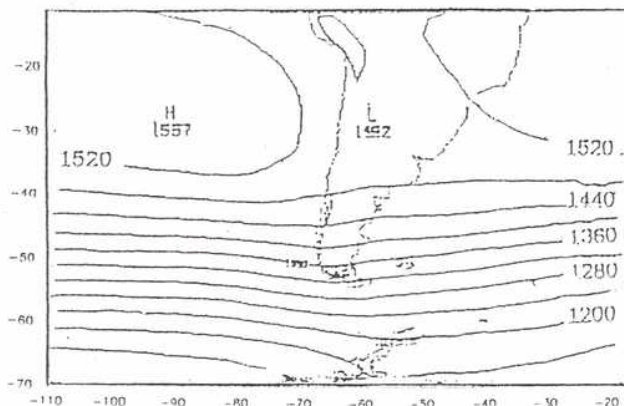


Fig.13: Campo medio anual de altura (m) en 850 hPa.

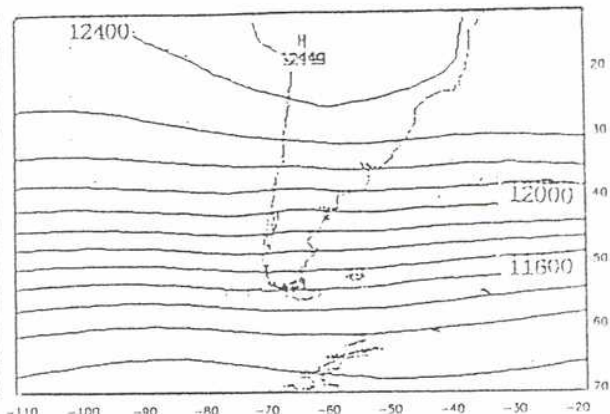


Fig.14: Campo medio anual de altura (m) en 200 hPa.

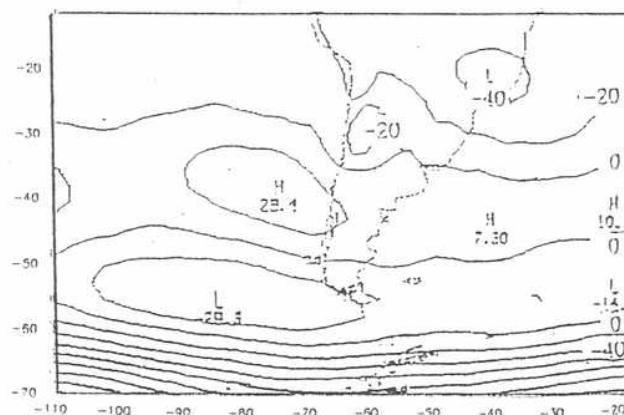


Fig.15: Campo medio diferencia (verano- invierno) de altura (m) en 850 hPa.

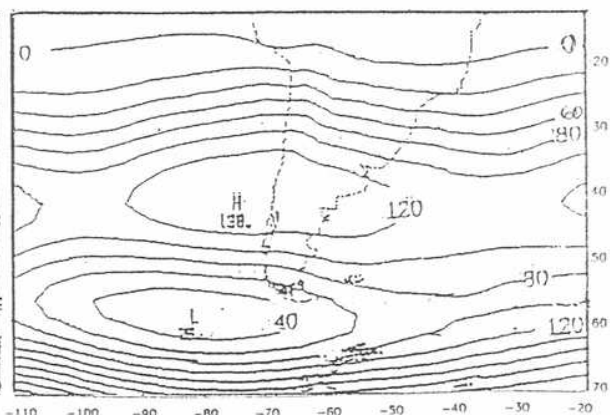


Fig.16: Campo medio diferencia (verano- invierno) de altura (m) en 500 hPa.

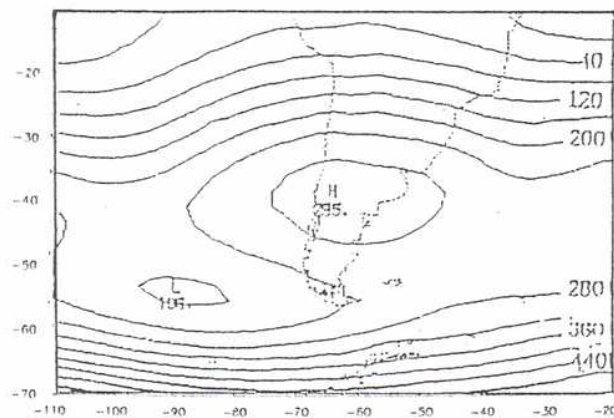


Fig.17: Campo medio diferencia (verano- invierno) de altura (m) en 200 hPa.

especialmente en verano (Fig. 14), la presencia del anticiclón boliviano.

B) Diferencias medias entre verano e invierno.

2-B) El campo diferencia entre verano e invierno, en 850 hPa, (Fig. 15) presenta un cinturón de valores altos entre los 35°S y 47°S, producido sobre el mar por el desplazamiento hacia el sur de los anticiclones semipermanentes del Pacífico y del Atlántico en el verano. También se evidencia un centro de máximo valor negativo en la zona de Río de Janeiro, que se halla relacionado con la intensificación estival de la depresión térmica del Mato Grosso, visible en superficie (Hoffmann, 1975) y un mínimo en la zona boliviana y noroeste argentino debido al ritmo anual de la depresión del noroeste argentino (Lichtenstein, 1980).

El correspondiente a la diferencia entre verano e invierno en 500 hPa (Fig. 16), también muestra el cinturón de altos valores positivos entre los 35°S y los 47°S, el que refleja al desplazamiento estacional típico de los oestes.

En 200 hPa este campo (Fig. 17), muestra características muy similares a las de 500 hPa.

C) Anomalías zonales medias estacionales calculadas respecto a los promedios entre 20 y 120°O.

2-C) Si bien en las figuras 18 y 19 se representan solamente las anomalías zonales en 850 hPa de invierno y verano, en todas las estaciones del año la isolínea cero divide al continente, aproximadamente en 40°S, en valores negativos al norte y positivos al sur. Nuevamente se observa un centro negativo en el noroeste argentino.

Se destaca notablemente en los cuatro períodos estacionales, un centro alto positivo en el sur argentino incluido en un cinturón del mismo signo que sigue una dirección noroeste-sud-

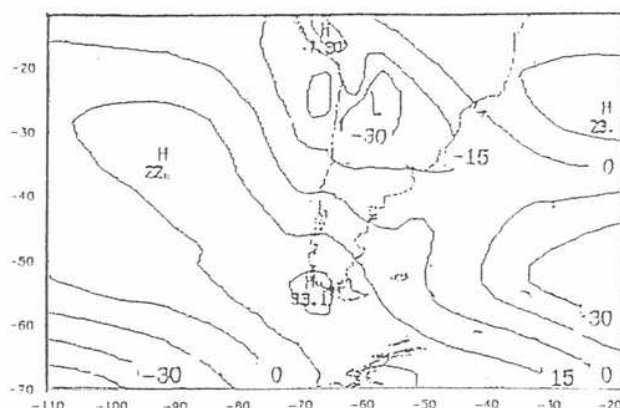


Fig.18: Anomalías medias zonales
invernales de altura (m gp)
en 850 hPa.

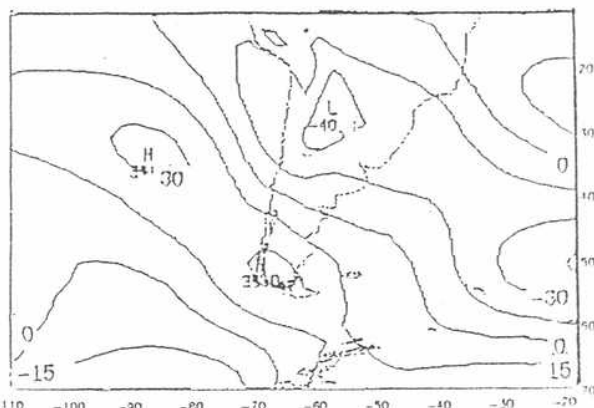


Fig.19: Anomalías medias zonales
estivales de altura (m gp)
en 850 hPa.

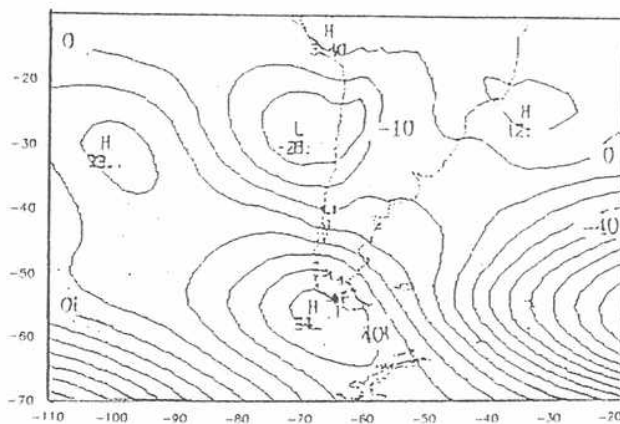


Fig.20: Anomalías medias zonales
invernales de altura (m gp)
en 500 hPa.

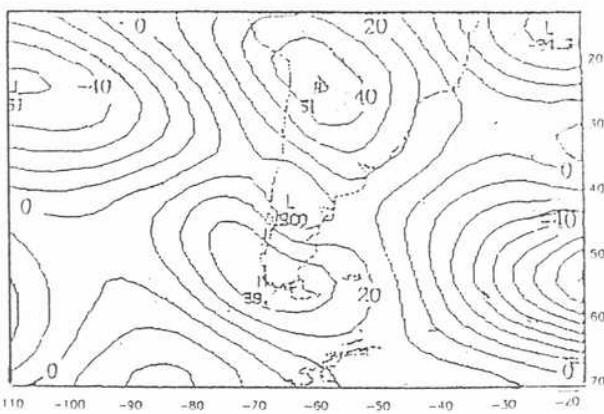


Fig.21: Anomalías medias zonales
primaverales de altura
(m gp) en 200 hPa.

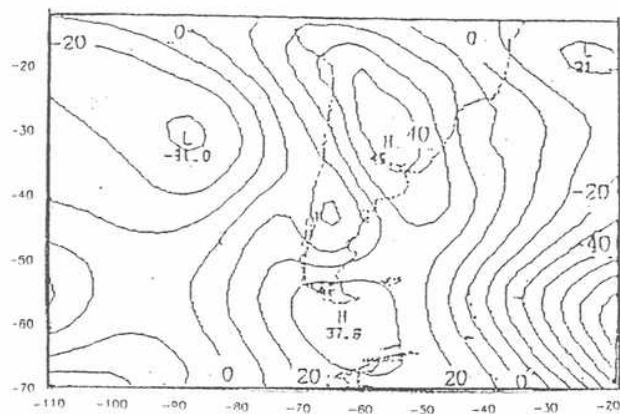


Fig.22: Anomalías medias zonales
estivales de altura (m gp) en
200 hPa.

este desde el Pacífico. Esta característica se debe a la disposición de las ondas largas (Trenberth, 1980), que están en fase (ondas 1 y 3) en la zona mencionada, especialmente en la Patagonia.

Los desvíos zonales en 500 hPa, a excepción del noroeste argentino, presentan prácticamente las mismas características que en el nivel de 850 hPa; como se puede apreciar comparando por ejemplo las figura 18 con la 20, correspondientes ambas al invierno.

Respecto a estos campos en 200 hPa se ve principalmente en primavera y verano (Figs. 21 y 22) dos máximos; uno correspondiente al de las ondas largas y el otro centrado en el extremo noroeste argentino (23°S , 65°O). Esta anomalía positiva en 200 hPa, perturba fuertemente a la circulación al norte de los 35°S , y se halla ligada al anticiclón boliviano estival (Kreuels y otros, 1975).

Mientras que en invierno la depresión del noroeste argentino casi desaparece en 500 hPa y por encima de este nivel la circulación es practicamente zonal, en verano (Fig. 22), si bién tampoco en 500 hPa se hace visible, la anomalía en 200 hPa es bien notoria y durante la primavera se sitúa en una posición intermedia entre la depresión del noroeste argentino y el anticiclón boliviano (Fig. 21).

Esta anomalía surge así como el resultado de los factores que gobiernan a la depresión del noroeste, que son principalmente advección y radiación (Lichtenstein, 1980- Kurlat y otros, 1973). Una segunda causa es la liberación de calor correspondiente a los sistemas de precipitaciones estivales en el llano y especialmente a las producidas en la falda oriental del altiplano (Gutman y Schwerdtfeger, 1975).

D) Desvíos típicos interdiurnos para cada estación del año.

2-D) El efecto de la Cordillera se hace visible en 850 hPa, en un máximo relativo de desvíos típicos sobre el centro y norte de

la Argentina, y a excepción del invierno es algo mayor en el Atlántico que en el Pacífico.

Otra consecuencia de tal efecto, es una disminución de los desvíos típicos al oeste de la Cordillera, al norte de aproximadamente los 38°S , lo que podría ser efecto de la falta de incursión de frentes fríos sobre el norte continental chileno (Gordillo, 1996) y al llenado de ciclones a barlovento de los Andes. Estas características pueden apreciarse por ejemplo en la figura 23 que representa al verano y al invierno.

Durante todo el año y más intensificada en el invierno (Fig. 23b)), se encuentra entre 55° y 60°S la máxima variabilidad debido a la actividad ciclónica de la vaguada subpolar.

En el verano se observa, un máximo en 60°S y 40°O y un mínimo en 65°S y 90°O , posiblemente atribuibles a la existencia del extremo sur de la Cordillera de los Andes y las montañas de la península Antártica ó a la cuña situada en 70°W antes mencionada.

En 500 hPa, durante todo el año, hay una leve disminución de la varianza en el continente, como si los sistemas se debilitaran sobre el continente en este nivel (Fig. 24).

E) Coeficientes mensuales de correlación diaria entre la temperatura y la altura.

Se calculó el campo de correlación diaria para todos los meses del año en 850 hPa. Se observa en todos ellos, una franja de máxima correlación positiva zonalmente dispuesta con un típico desplazamiento meridional. En el verano (Fig. 25a)), esta zona varía en el océano Pacífico alrededor de los 45°S y en el Atlántico en torno a los 55°S . En invierno estos valores cambian a 35°S y 45°S respectivamente. Esta franja se debe al pasaje de depresiones dinámicas en las que se observa simultáneamente un enfriamiento y un descenso del nivel de 850 hPa y aumentan ambas en situaciones anticiclónicas.

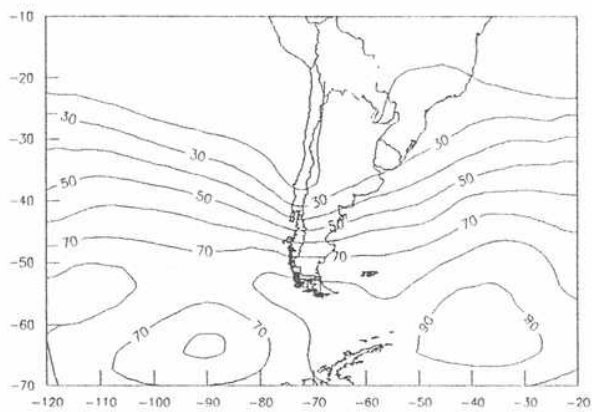
Como se puede apreciar en la figura 25 a), en el verano se

pone de manifiesto un máximo positivo en Uruguay y Brasil, debido a la acción del borde occidental del anticiclón subtropical del Atlántico (Minetti y Vargas, 1983) sometido a la influencia de los sistemas transitorios. Dado que cuando hay condiciones anticiclónicas (Riehl, 1954) , la inversión subtropical desciende, aumenta la altura y la temperatura del nivel de 850 hPa; y cuando las condiciones son ciclónicas aumenta la altura de la inversión, disminuye la temperatura y la altura, resulta entonces, una correlación positiva.

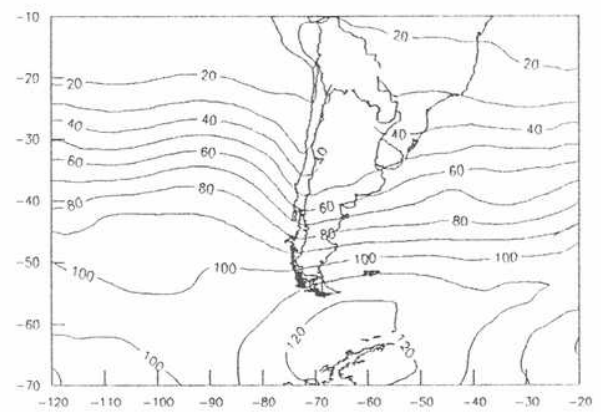
En esta estación, se presenta un centro negativo en el noroeste argentino y sudeste de Bolivia. Si bien esta zona está afectada parcialmente por el problema de la asimilación de datos del Centro Europeo, se piensa que este sistema es consecuencia de dos factores. Al contemplar los campos medios de verano e invierno de desvíos típicos de altura en 850 hPa (Fig. 23) se nota que los principales sistemas transitorios pasan al sur de esta región, por lo tanto cuando una depresión pasa por allí, aumentan los vientos del oeste y con ello la subsidencia forzada a sotavento de la Cordillera, por lo que desciende el nivel de 850 hPa y se eleva la temperatura; cuando lo hace un sistema anticiclónico, las condiciones son inversas, aumenta la altura y disminuye la temperatura. En el mismo sentido actúa la advección térmica asociada al pasaje de sistemas transitorios al sur de la zona considerada, siendo este efecto máximo al este de la Cordillera (Lichtenstein, 1980).

En invierno este máximo se traslada hacia el norte y se intensifica. Se evidencia además en la figura 25 b), un centro negativo ubicado aproximadamente en Río de Janeiro en invierno, el que podría atribuirse a efectos orográficos de las elevaciones brasileñas.

En esta misma época del año se observa un fuerte centro positivo en la costa central norte chilena, probablemente debido a variaciones en la altura de inversiones correspondientes al borde oriental del anticiclón subtropical del Pacífico provocadas por sistemas transitorios (Rutllant ,1983)

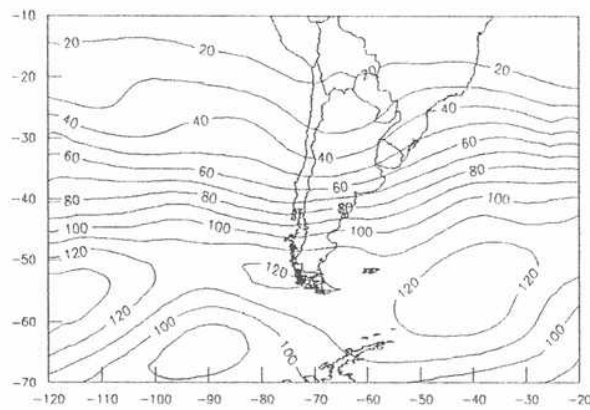


a)

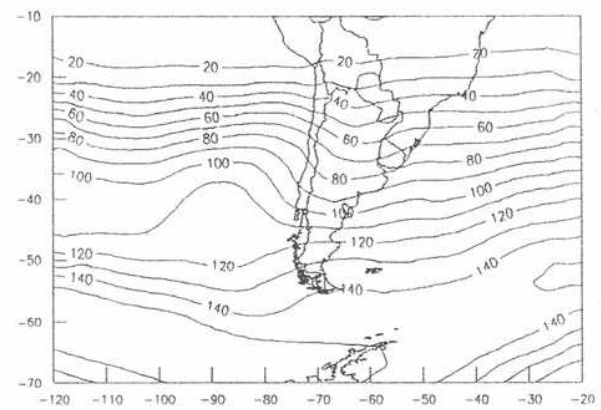


b)

Fig. 23: Campos de desvíos típicos de altura (m) en 850 hPa en: a) Verano y b) Invierno.

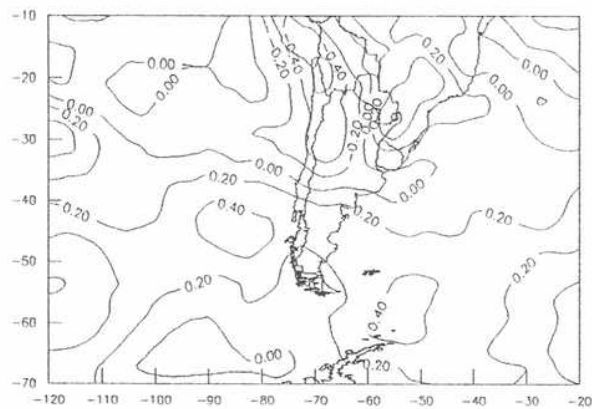


a)

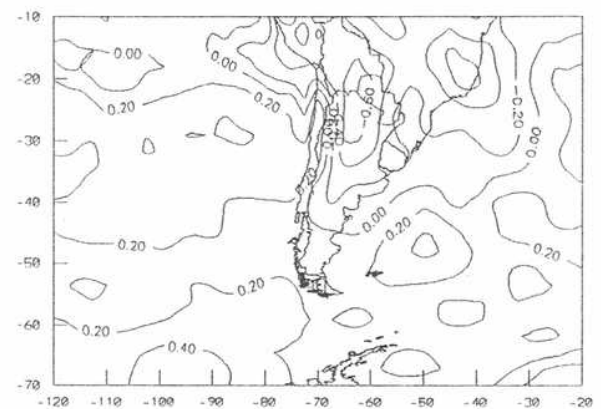


b)

Fig. 24: Campos de desvíos típicos de altura (m) en 500 hPa en: a) Verano y b) Invierno.



a)



b)

Fig. 25: Campo de correlación entre temperatura y altura en 850 hPa en: a) Verano y b) Invierno.

En 500 hPa, las correlaciones son practicamente positivas y no se pone de manifiesto la influencia del continente.

F) Campos medios estacionales del espesor 500/1000 hPa.

En todas las estaciones del año (Figs. 26a, 26b, 26c y 26d) se pone en evidencia, a través de los campos obtenidos, la interferencia de la masa continental.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente sobre los campos de temperatura, excepto en invierno, las isolíneas poseen mayores valores sobre el continente (Fig. 26a), 26b y 26d).

Todos los campos se ven alterados por la acción frontogénica de la Cordillera (Campos y Lichtenstein, 1982), dando mayores gradientes al este de la Cordillera y sobre el Atlántico.

Se destaca con valor positivo alto, la zona del noroeste argentino, correspondiente a la baja de esa región, la que se intensifica en verano, disminuye en primavera y otoño y más aún en invierno.

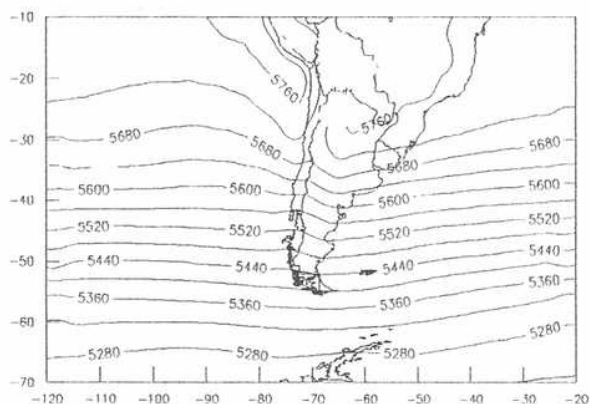
G) Diferencia de los espesores 500/1000 hPa entre verano e invierno.

Se puede apreciar en la figura 27, la presencia de un máximo centrado en aproximadamente los 38°S al este de Mendoza (185 mgp ó 9°C de temperatura media), habiéndose hecho visible en esta provincia en los campos de temperatura de 850 hPa y 500 hPa (Alessandro, 1992).

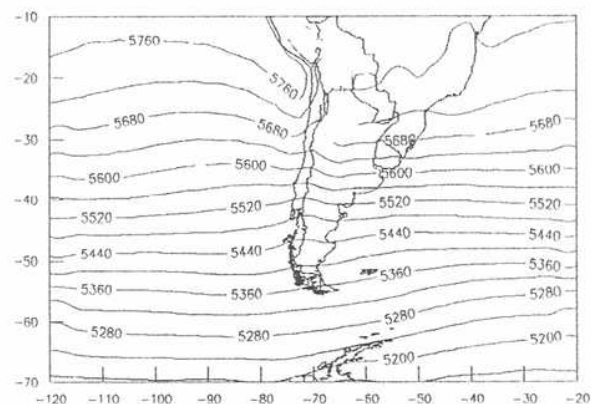
En el Atlántico y el Pacífico al norte de aproximadamente los 30°S no hay diferencias significativas.

Hacia los 55° ó 60°S la amplitud estacional alcanza un mínimo en el océano, mientras que más al sur de estas latitudes se pone en evidencia el efecto de la cercanía del continente antártico.

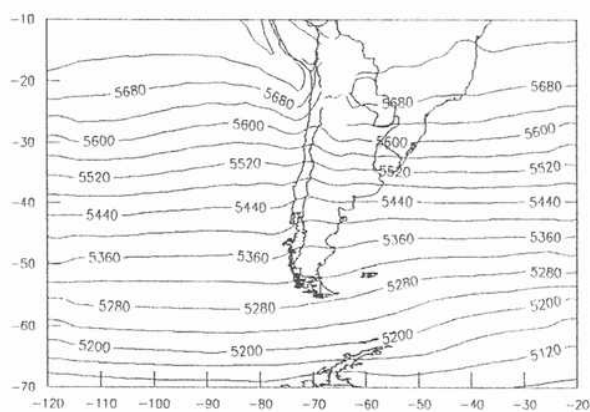
H) Anomalías zonales de los espesores entre 20° y 120° W.



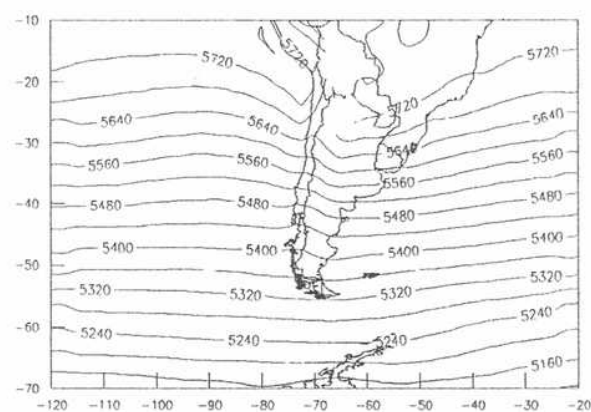
a)



b)



c)



d)

Fig. 26: Campos de espesores 500/1000 hPa en : a) Verano, b) Otoño, c) Invierno y d) Primavera.

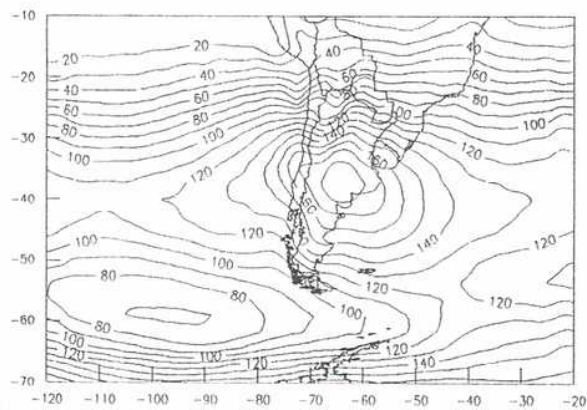


Fig. 27: Campo diferencia de espesores 500/1000 hPa entre verano e invierno.

En todas las estaciones del año (Figs 28a, 28b, 28c y 28d) y especialmente en verano (Fig. 28a), se destaca el gran calentamiento del continente.

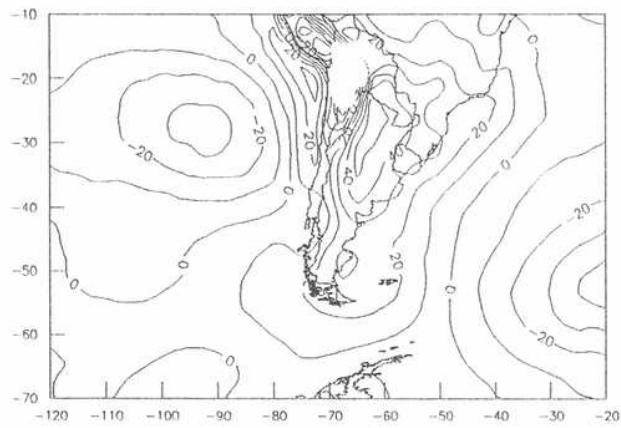
Se observa la presencia de la baja del Noroeste argentino, la que presenta un valor máximo en primavera (Fig. 28d). Esto se debe al mayor contraste de temperatura entre el mar y el continente en primavera, como consecuencia del retardo en la onda anual de la temperatura superficial del mar (Godske y otros, 1957).

Aproximadamente en los 25°S, sobre el Pacífico hay un centro de valores negativos en las cuatro estaciones del año, más intenso en el verano y en la primavera. Este surge del transporte de las masas frías por la circulación anticiclónica del sur y sudeste de la alta subtropical, que en verano ocupa la posición más austral (Saavedra, 1983). Inversamente, sobre el Atlántico, la circulación anticiclónica del este y noreste produce un calentamiento sobre las costas americanas a la misma latitud, dando como resultado un centro positivo.

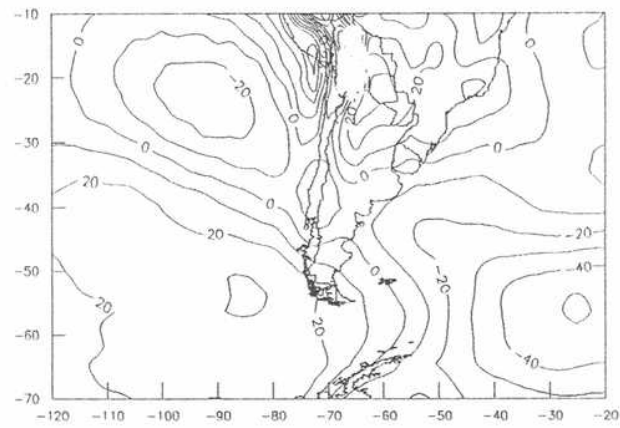
También se presenta en primavera y verano un centro de valor alto al sur de la Argentina, debido a la presencia de una cuña de onda larga (Trenberth, 1980).

I) Desvíos típicos de los espesores entre los 10° y 60° S y entre 40° y 100° W.

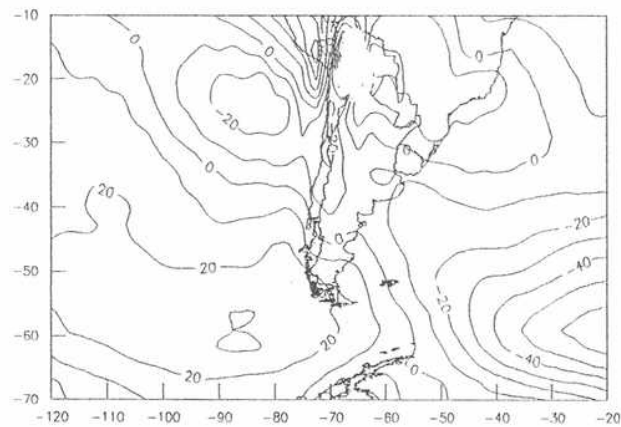
En las cuatro estaciones (Figs. 29a, 29b, 29c y 29d) se observa una zona de gran variabilidad que se encuentra en promedio aproximadamente en los 45°S. Ubicada a unos 10 grados más al sur de la máxima baroclinicidad de 500/1000 hPa, por lo que se estima que las circulaciones más intensas meridionales que advectan temperatura se hallan alrededor de los 45°S, amortiguándose hacia la trayectoria 'normal' de los grandes ciclones subpolares. El fuerte decrecimiento de la varianza al norte de 45°S, indica también circulaciones más débiles, donde predominan sistemas anticiclónicos.



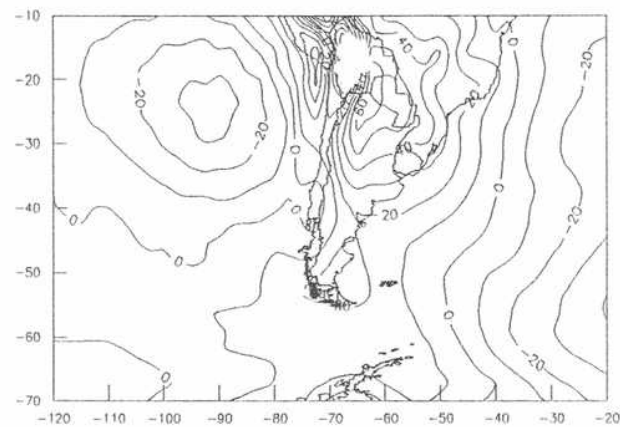
a)



b)



c)



d)

Fig. 28: Anomalías zonales de espesores 500/1000 hPa en: a) Verano, b) Otoño, c) Invierno y d) Primavera.

Se presenta una mayor variabilidad al este de la Cordillera, al norte de 38°S , debido a la canalización de los vientos en la dirección Norte-Sur. Esta variabilidad es mayor en invierno (- Fig. 29c), disminuye en otoño (Fig. 29b), primavera (Fig. 29d) y más aún en verano (Fig. 29a).

Prácticamente no hay diferencia de valores de desvíos típicos entre el Atlántico y el Pacífico.

En las cuatro estaciones, se identifica un máximo de variabilidad, al este de la Patagonia central, en concordancia con lo considerado en el punto 1-D.

Gran parte de los campos medios y sus variaciones se ven influenciados por el pasaje de sistemas sinópticos migratorios.

Existe una importante bibliografía sobre el pasaje de ciclones y las ciclogénesis que se producen en nuestra región.

En nuestro país se realizaron varios trabajos, como por ejemplo el de Rivero y Bischoff (1971) del cual se reproducen las figuras 30 y 31.

Sin embargo no hay una estadística realizada en la Argentina sobre el pasaje de anticiclones por el continente.

Taljaard (1967) en un trabajo basado en los mapas de 18 meses del período julio de 1957 a diciembre de 1958, determinó que el número más frecuente de pasaje de anticiclones migratorios se da en los 36° en verano y 32°S en invierno, o sea 2 a 3 grados más al sur de la posición media del cinturón subtropical, también concluyó que muy pocos anticiclones ocurren entre los 45°S y 65°S .

Posteriormente Taljaard (1972) considera que la frecuencia del pasaje entre 45°S y 50°S es cercana a cero en los océanos que circundan a Sudamérica y en la costa Antártica.

TRAYECTORIAS DE ANTICICLONES EN SUDAMERICA

Utilizando los mismos tres años de datos diarios entre las latitudes y longitudes citadas en primer término, se siguieron

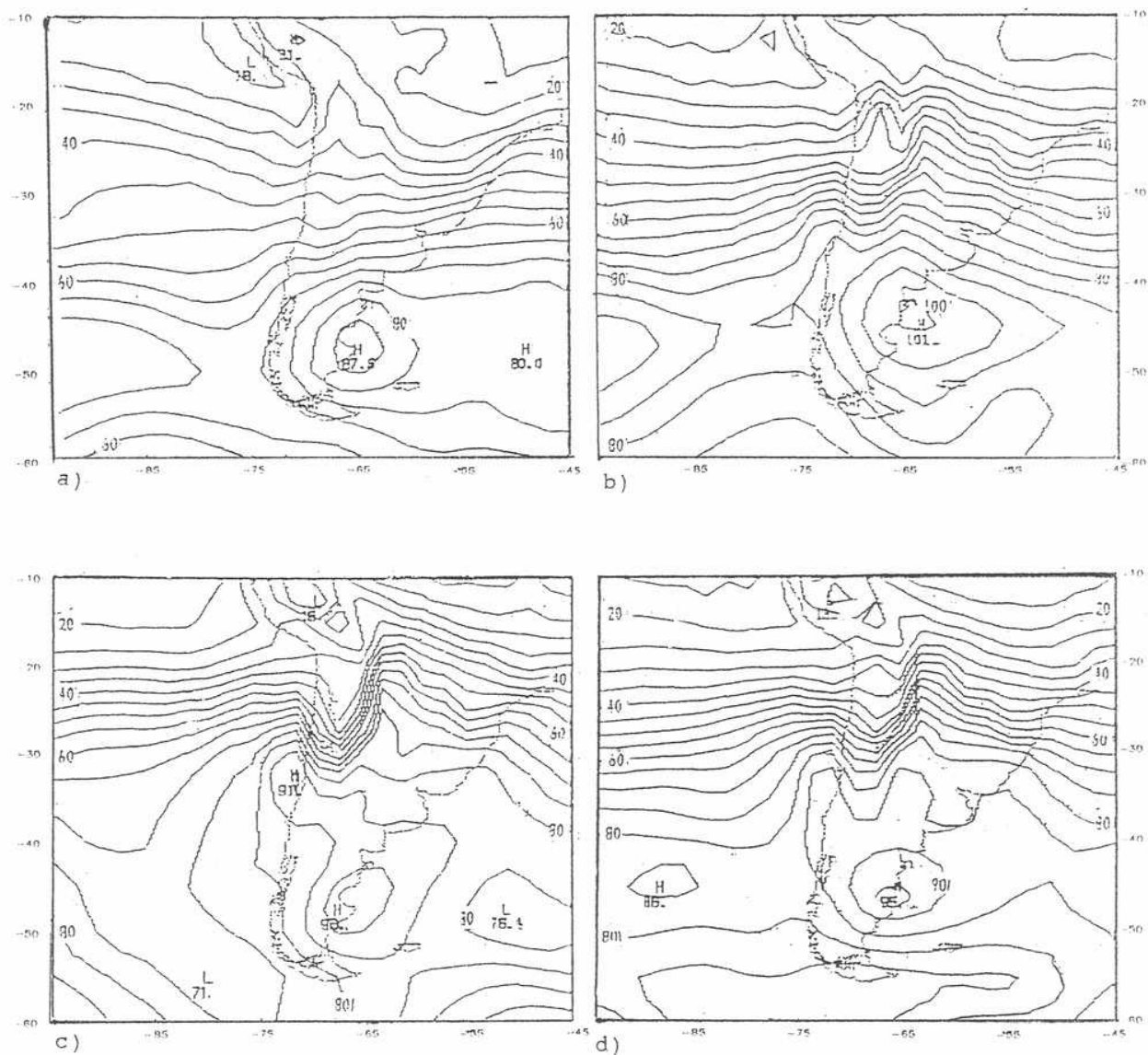


Fig. 29: Campo de desvíos típicos de espesores en:
a) Verano, b) Otoño, c) Invierno y d) Primavera.

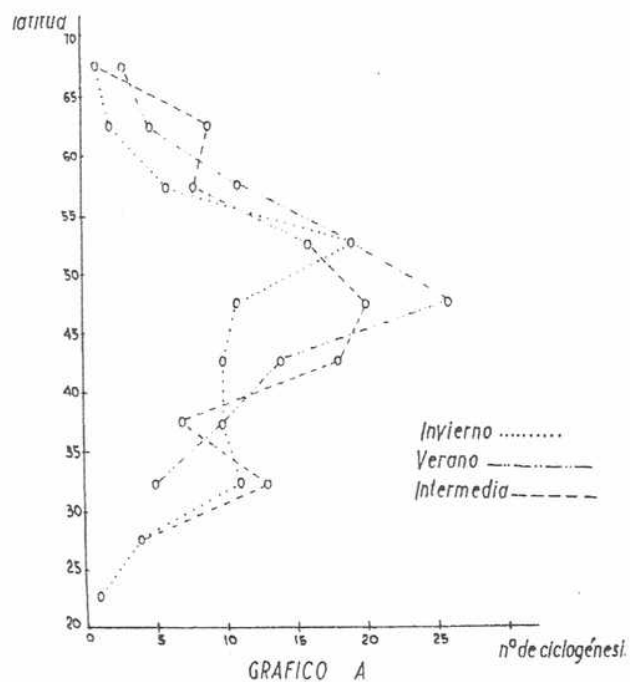


Fig. 30: Distribución meridional de Ciclogénesis por zonas de 5° de latitud según Rivero y Bischoff.

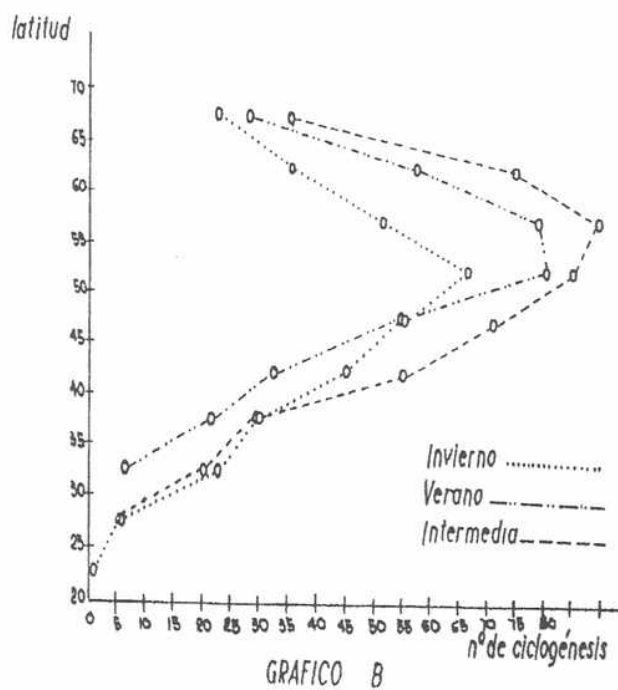


Fig.31: a) Distribución meridional de Ciclones por zonas de 5° de latitud, según Rivero y Bischoff.

las distintas posiciones que toman los sistemas migratorios de alta presión en el sur del continente sudamericano, evaluando la intensidad de los mismos así como también la influencia que pueda tener la interferencia con la masa continental.

Con los datos de altura se confeccionaron los mapas diarios de altura de la superficie isobárica de 1000 hPa correspondientes al verano (diciembre, enero y febrero) y al invierno (junio, julio y agosto).

Sobre estos mapas se siguió el trayecto de los distintos anticiclones migratorios, donde el comienzo de cada trayectoria se tomó cuando se visualiza una cuña el día anterior a producirse una isobara cerrada.

Aunque se han identificado un total de 114 anticiclones migratorios, el período al cual se tuvo acceso es relativamente corto, y algunos comportamientos anómalos pudieron haber modificado algo el resultado. No obstante se estima que los rasgos más generales que se consideran en este capítulo son representativos.

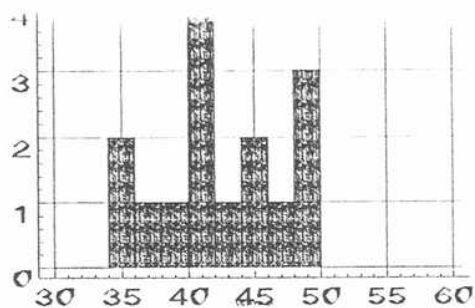
En la figura 32 y 33 se pueden observar las frecuencias absolutas latitudinales invernales y estivales, que representan a 114 anticiclones migratorios para las longitudes fijas de 75, 65, 55 y 45°.

En verano se aprecia que las trayectorias están especialmente comprendidas entre los 32 y 51°S aproximadamente, existiendo solo 3 casos al sur de esta última latitud.

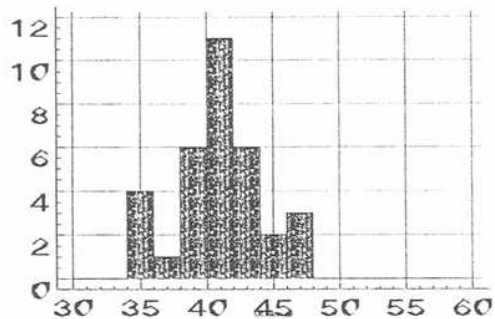
En invierno, el límite norte se extiende alrededor de los 20°, apreciándose además una mayor frecuencia de pasaje de sistemas por latitudes mayores a los 50°S, que en la otra estación.

También se evidencia que la mayor frecuencia para casi todas las longitudes está en torno de los 40° y de los 36° de latitud en verano e invierno respectivamente. Los valores calculados arrojan 40.1 y 36.6 grados de latitud media para las dos estaciones mencionadas.

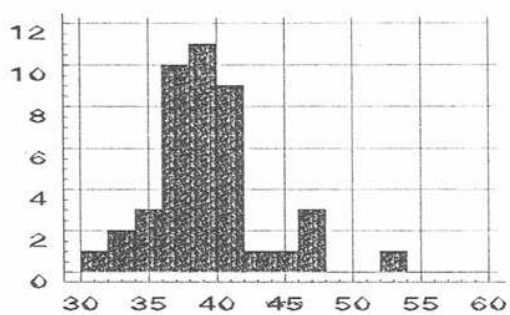
La figura 34 representa la posición media de las trayectorias, de ella se desprende que los sistemas entran al



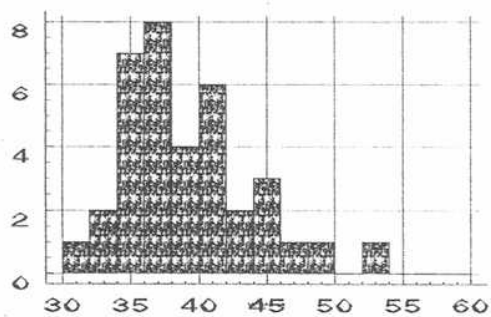
a)



b)

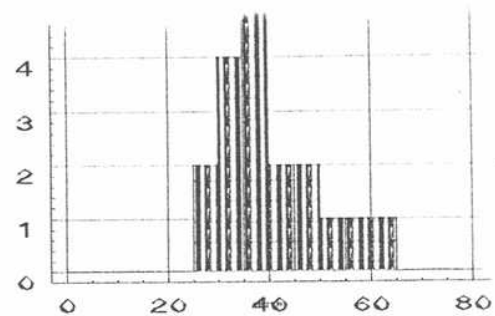


c)

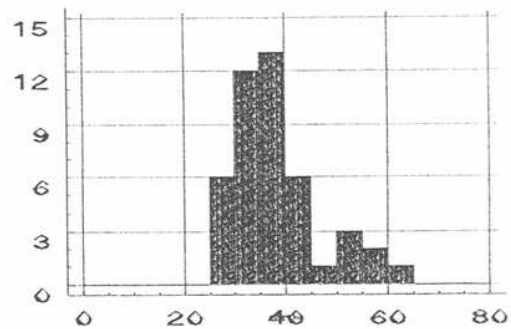


d)

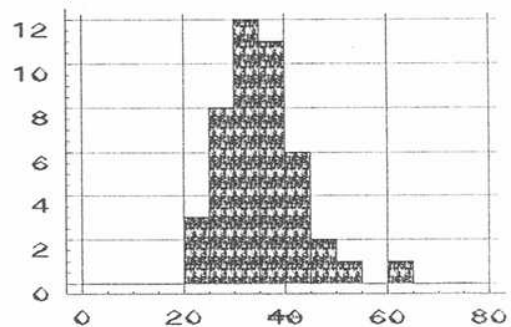
Fig.32: Frecuencias absolutas medias latitudinales estivales en: a)75°,b)65°,c)55° y d)45°.



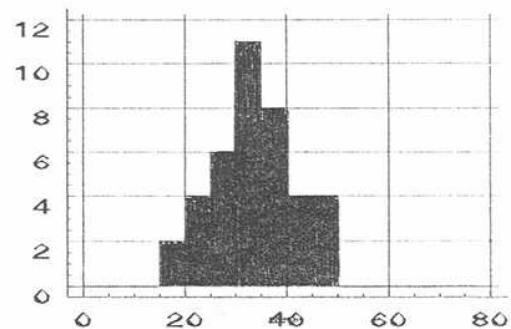
a)



b)



c)



d)

Fig.33: Frecuencias absolutas medias latitudinales invernales en: a)75°,b)65°,c)55° y d)45°.

continente sudamericano en alrededor de los 42° en verano y de los 40°S en invierno. Ambas trayectorias estacionales se hallan muy próximas hasta aproximadamente los 69° de longitud, a partir de la cual aumenta la distancia entre ambas hasta alcanzar en los 30°O unos $6,5$ grados.

También se aprecia sobre el continente entre los 70 y 60°O que en invierno los sistemas se mueven hacia el Ecuador, con una dirección de 30° con respecto a la dirección zonal, y en verano los movimientos son zonales.

El porcentaje de centros de alta presión que penetran al continente al norte de los 35° es de 20.3 en invierno y 3.4 en verano y para las mismas estaciones del año los sistemas que pasan alguna vez al sur de los 45°S corresponden al 9.5% y 11.3% y los que lo hacen al sur de los 55°S es del 2.6 y 3.5% respectivamente.

En la figura 35 se han representado las alturas medias de los anticiclones en función de la latitud, para verano e invierno. En ella se ve que los promedios arrojan valores entre 157 y 175 mgp en el período estival y de 166 a 226 mgp en la otra estación, lo que indica una mayor intensidad de los mismos en este último período. Cabe aclarar que los valores medios correspondientes a latitudes mayores a los 52° representan a pocos anticiclones, por lo que los mismos son poco representativos.

En invierno entre los 34°S y los 48°S , se refleja una tendencia a valores de intensidad mayores; este límite varía en verano entre los 42°S y 46°S .

En forma semejante, se graficó en la figura 36 los valores medios de las alturas en función de la longitud. En verano estos valores disminuyen en aproximadamente 50 mgp respecto al invierno.

Se aprecia en ambas estaciones un aumento en la presión central de los sistemas en torno a los 35°O , así también como una mayor intensidad sobre el continente en invierno y una menor intensidad sobre el mismo en verano, alcanzándose la mayor

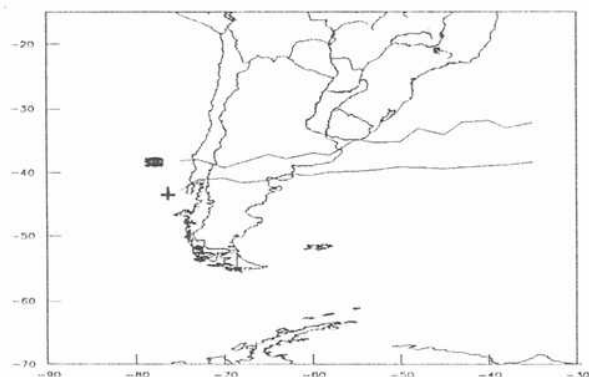


Fig.34: Trayectorias medias anticiclónicas en + verano e ■ invierno.

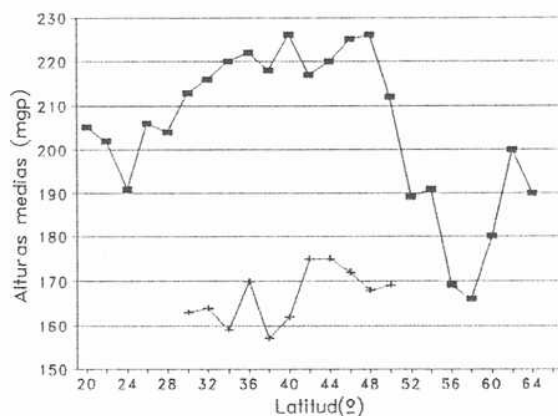


Fig.35: Alturas medias anticiclónicas medias en función de la latitud en + verano e ■ invierno.

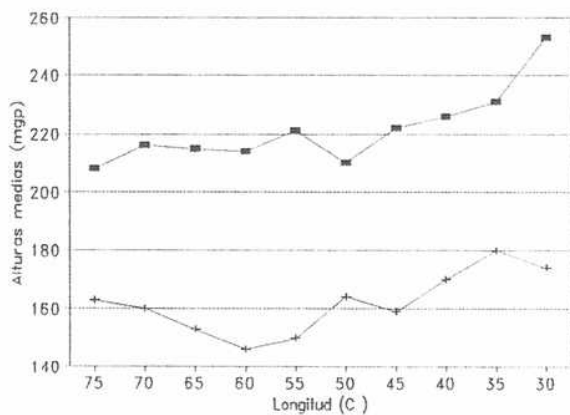


Fig.36: Alturas medias anticiclónicas medias en función de la longitud en + verano e ■ invierno.

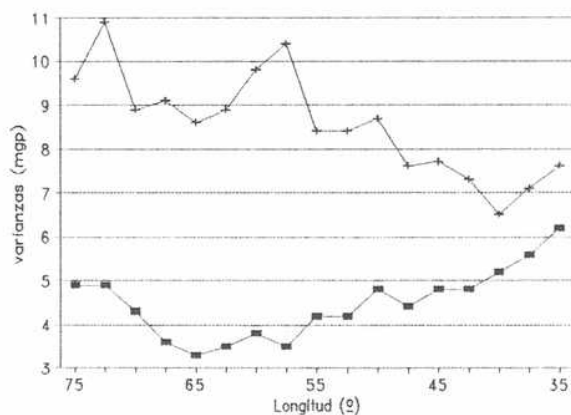


Fig. 37: Desvíos típicos de las trayectorias medias en + verano e ■ invierno.

diferencia entre ambas estaciones en 60°O con 75 mmp (9 hPa).

En la figura 37 se aprecian los desvíos típicos de las trayectorias medias según la longitud. En ella se observa el incremento de los valores invernales respecto a los estivales, lo que podría indicar una mayor probabilidad de formaciones o casos de bloqueo (como el estudiado por Grandoso y Nuñez (1955)), dado que en invierno es donde hay mayor frecuencia de casos según demostraron Trenberth y Swanson (1983).

Entre los anticiclones analizados hubieron 8 casos de bloqueo en invierno y 3 en verano

Para ejemplificar este fenómeno, a continuación se muestran algunos días de la situación de bloqueo que tuvo lugar desde el 18 al 28 de junio de 1984 (Figs. 38, 39, 40 y 41).

En esta situación hubo una sucesión de dos anticiclones en latitudes altas (fenómeno de recurrencia) y una pronunciada actividad ciclónica en latitudes relativamente bajas.

El mapa medio de los 11 días (Fig. 42) muestra la perturbación anticiclónica centrada en alrededor de 50°S y 75°O donde es máxima la diferencia de altura geopotencial en sentido zonal. En esta posición la altura de 1000 hPa supera en 150 mmp (18 hPa) a lo observado en 55°S y 115°O y en 55°S y 35°O .

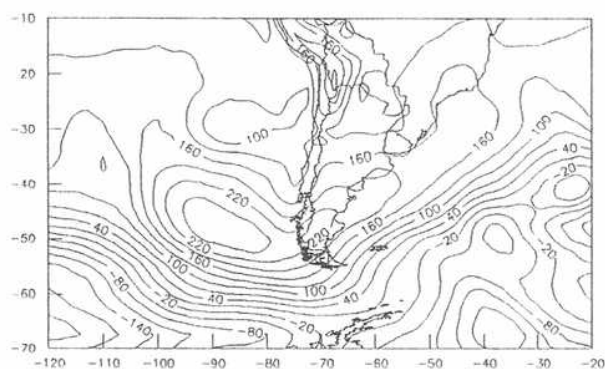


Fig.38:Campo de alturas geopotenciales en 1000 hPa del 18/6/84.

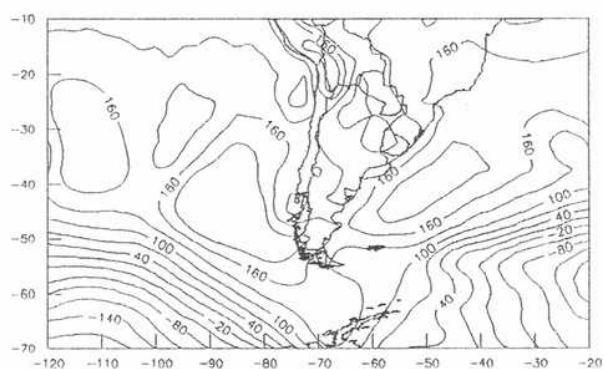


Fig.39:Campo de alturas geopotenciales en 1000 hPa del 21/6/84.

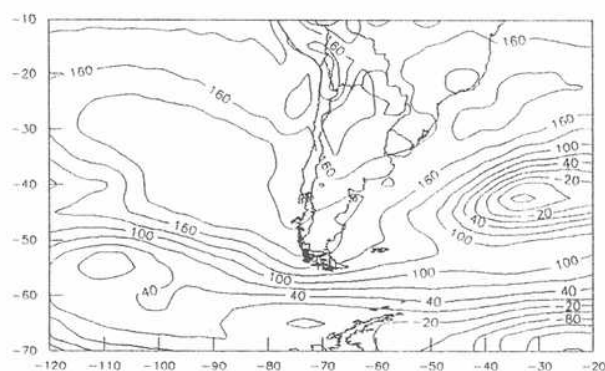
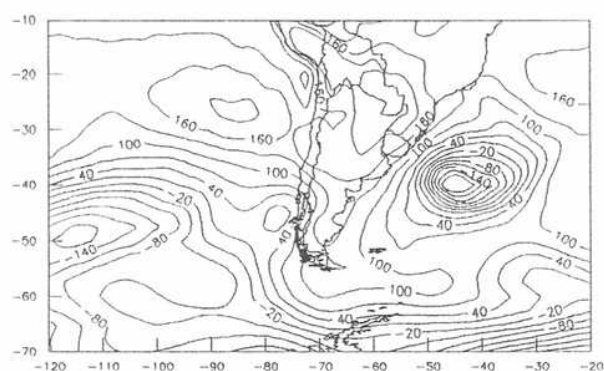


Fig.40:Campo de alturas geopotenciales en 1000 hPa del 24/6/84.



CONCLUSIONES

A través del análisis de los campos medios de temperatura y altura, se evidencia la influencia del sur del continente sudamericano en el nivel de 850 hPa, disminuyendo esta en 500 hPa y más aún en 200 hPa . En este último nivel, se destaca la importancia de una anomalía positiva estival particularmente intensa, centrada en una posición media entre la depresión del noroeste argentino y el anticiclón boliviano, lo que indica una interesante relación entre ambos sistemas.

En el espesor 500/1000 hPa se evidencia notablemente la influencia del Continente Sudamericano en la escala regional, se detecta sobre el continente una anomalía positiva máxima en primavera y ubicada sobre el noroeste argentino, un máximo de desvíos típicos interdiurnos al este de la Cordillera y al norte de los 35°S, una máxima diferencia estacional sobre el continente a los 38°S y una máxima baroclinicidad al este de la cordillera.

En particular en 850 hPa la variabilidad interdiurna de la temperatura acusa un pronunciado máximo sobre el continente, a los 35° S en invierno y 45° S en verano y una apreciable disminución al oeste de la Cordillera de los Andes y al norte de los 38°S.

La correlación entre la temperatura y la altura presenta un máximo negativo en el noroeste argentino y sudeste de Bolivia debido a los efectos de advección y movimiento vertical forzado, que producen los sistemas migratorios de latitudes medias al interceptarse con la Cordillera.

Respecto de los anticiclones, el porcentaje de anticiclones migratorios que penetran al continente sudamericano al norte de los 35°S, cuando la altura de la cordillera no es menor de los 5000 metros, es del 20.3 % en invierno y 3,4 en verano.

El porcentaje de los anticiclones que alguna vez pasaron al sur de los 45°S es de 9.5 en invierno y de 11.3 en verano

La latitud media de las trayectorias estivales e invernales

es de 40.1°S y 36.6°S . Sin embargo esta diferencia entre ambas estaciones resulta poco significativa, si se considera que los desvíos típicos latitudinales encontrados oscilan entre los 11° y 6.5° en invierno y 8.2° y 3.2° en verano.

Los valores mayores invernales de desvíos típicos podrían indicar una mayor probabilidad de formaciones o casos de bloqueo.

Los sistemas más intensos se hallan entre los 40°S y 48°S y los valores medios son de 196 mgp y 171 mgp en invierno y verano respectivamente. En esta última estación la intensidad sobre el continente es menor y mayor sobre el mismo en invierno; alcanzando la mayor diferencia entre ambas estaciones en los 60°O con 75 mgp.

BIBLIOGRAFIA

Alessandro A. P. (1992). Consideraciones sobre los campos térmicos y de circulación sobre el sur de Sudamérica. *Meteorológica* 18,1 y 2. 33-38.

Campos M. I. , Lichtenstein E. (1982): Advección térmica en un caso de ciclogénesis sobre el litoral. Seminario. UBA.

Grandoso H. N. , Nuñez E. (1955). Análisis de una situación de bloqueo en la parte austral de América del Sur . *Meteoros* . Año V, 35-54.

Godske, T. Bergeron, J. Bjerknes, R. C. (1975): Dynamic Meteorology and weather forecasting. 108-110.

Gordillo S. B. (1996): Formación de una depresión en Chile asociada al avance de un frente frío. Actas VII Congreso Argentino de Meteorología y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología. 231-232.

Gutman G. J. y Schwerdtfeger W. (1975). The role of latent heat for the development of a high pressure system over the subtropical Andes in summer, *Met. Rundsch.*, 18(3), 69-75.

Hoffmann J. A. (1975). Atlas Climático de América del Sur, OMM-Unesco.

Kreuels R., Fraedrich K. y Ruprecht E. (1975). An aerological climatology of South America, *Met. Rundsch.*, 28, 17-24.

Kurlat M. de, Crivelli E., Fernández R.O. (1973). Medidas de radiación en la Argentina. *Acta Scientífica* 30.

Lichtenstein E. R. (1980). La depresión del noroeste argentino. Tesis Doctoral, 1980. Dto. de Met. UBA.

Lichtenstein E. (1989): Some influences of the Andes Cordillera on the synoptic scale. Third international conference on Southern Hemisphere. Nov. 1989. 146-148.

Minetti, J. L. y Vargas W. M. (1983): Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica, I parte. *Meteorologica* 14, 645-655.

Norte F. (1988). Características del viento zonda en la región de Cuyo. Tesis Doctoral. Dto. de Met. UBA.

Riehl H. (1954). Tropical Meteorology. Mc Graw Hill Boock Co. 53-60 y 270-274.

Rivero O. , S. A. Bischoff (1971): Ciclogénesis, movimiento y distribución de depresiones en los Océanos Atlántico y Pacífico Sur durante el período abril 1967 a marzo 1968. Meteorológica 2 , 476-523.

Rutllant J. (1983): Coastal lows in Central Chile. Preprint. First International Conference on Southern Hemisphere Meteorology. 344-346.

Saavedra Nelson G. (1983): Efecto dinámico de mesoescala de la Cordillera de los Andes: ordenes de magnitud. Meteorologica 14., , 35-54.

Taljaard J.J. (1967). Development, distribution and movement of cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the IGY. Journal of Applied Meteorology 5, 973-986.

Taljaard J. J. (1972). Meteorology of the Southern Hemisphere. Meteorological Monographs 13, 193-213.

Trenberth K. E. (1980): Planetary waves at 500 hPa in the Southern Hemisphere. Monthly Weather Review 107. 1515-1524.

Trenberth, K.E., Swanson, G. S. (1983). Blocking and persistent anomalies in the Southern Hemisphere. Anales First International Conference on Southern Hemisfere Meteorology. 73-76.

CAPITULO II

CUANTIFICACION DE LA CIRCULACION ATMOSFERICA REGIONAL

INTRODUCCION

En este capítulo se introducen índices de circulación regional con el fin de evaluar el comportamiento de las ondas largas alrededor de Sudamérica.

Para hacer una descripción cuantitativa, algunos investigadores han utilizado con anterioridad índices de circulación, como por ejemplo los que se citan a continuación.

En 1951 Namías y Clapp introdujeron el índice de circulación zonal como diferencia entre las presiones promediadas hemisfericamente en el círculo de latitud subtropical y otro subpolar. Estudiaron su comportamiento medio, sus variaciones cuasiperiódicas y su relación con la amplitud y el desplazamiento de las ondas largas.

En nuestra zona, Schwerdtfeger (1951) y Prohaska (1952) introdujeron índices de circulación de carácter local o regional.

Minetti, Sierra y Poblete y (1987) usaron diversos índices de circulación, tomando diferencias de presión entre pares de estaciones para estudiar fluctuaciones de períodos largos (2 a 20 años) y asociarlos a variaciones de precipitación.

Se ha generalizado la aplicación del Índice de Oscilación del Sur (SOI (Tahití- Darwin)) y de otros índices para determinar en forma objetiva situaciones de bloqueo.

SELECCION DE INDICES

En este capítulo se estudia el comportamiento medio y la marcha anual de tres índices de circulación.

A tal efecto se tomaron los datos de los análisis diarios de

12 UTC del Centro Europeo de Pronóstico a Mediano Plazo en el período de nueve años de 1980 a 1988. Los datos están consignados en un reticulado geográfico con espaciamiento de 2.5 grados.

Tanto en 1000 como 500 hPa se han tomado los índices de: circulación zonal, circulación meridional y curvatura; así también como los tres índices del espesor 500/1000 hPa.

El índice de circulación zonal (Z), se halla como la diferencia de la altitud entre dos latitudes, una subtropical y otra subpolar, en el meridiano de 60°O .

$$Z_{mcp} = H(35^{\circ}S, 60^{\circ}O) - H(55^{\circ}S, 60^{\circ}O)$$

Donde H es la altura en mcp de las superficies isobáricas seleccionadas (1000 Y 500 hPa)

En 1000 hPa, la latitud de 35°S corresponde cercanamente a la franja de alta presión subtropical (Minetti y Vargas, 1983) y los 55°S a la zona de la mayor variabilidad interdiurna de la presión (Lichtenstein, 1976; Trenberth, 1991).

En 500 hPa los 35° S se hallan casi en el límite norte del flujo del oeste en verano, pero bien inmersos en los oestes en invierno (Fernandez y Necco ,1982), y en los 55°S se concentra la mayor energía cinética de las perturbaciones.

Aquí una diferencia de 10 mcp corresponde a una componente zonal de aproximadamente 0.4 m/s, del oeste cuando el índice es positivo.

El segundo índice es el de circulación meridional (R), que compara las altitudes de superficies isobáricas a la latitud de 40°S entre el Pacífico y el Atlántico, con la idea de obtener indicios sobre la posición de ondas largas o preferente ubicación de vaguadas y cuñas.

$$R_{mcp} = H(40^{\circ}S, 90^{\circ}O) - H(40^{\circ}S, 40^{\circ}O)$$

En 1000 hPa la latitud de 40°S se encuentra en el flanco

austral de los anticiclones subtropicales y en 500 hPa se halla inmersa en los oestes y cercanamente a su máximo en este nivel.

Se toma una diferencia de 50° en el sentido longitudinal que se halla cerca de media longitud de onda larga de numero 3 o 4.

Cabe mencionar que una diferencia de 10 m/gp corresponde a una componente meridional geostrófica de aproximadamente 0.2 m/s, y que si es positiva está asociada a una componente del sur y negativa a la del norte.

El tercer índice es el de curvatura (C), ubicado en 40°S describe circulaciones ciclónicas ó anticiclónicas.

$$C_{mgp} = H(40^{\circ}S, 90^{\circ}O) + H(40^{\circ}S, 40^{\circ}O) - 2 * H(40^{\circ}S, 65^{\circ}O)$$

Un índice de curvatura positivo corresponde a una situación de vaguada.

COMPORTAMIENTO DE LOS INDICES

A) Valores medios estacionales:

En la Tabla 1 se transcriben para cada índice y para ambos niveles de presión los valores medios de verano ,otoño, invierno y primavera; y los desvíos típicos de los valores de los 9 años que corresponden a cada estación.

El índice zonal tiene valores positivos en todas las estaciones en los dos niveles de presión. En 500 hPa se observa un máximo en verano , estación durante la cual su altura en 35° aumenta notablemente, al retirarse hacia el sur el vórtice polar. Presenta en 1000 hPa un máximo en invierno, por predominar en esta época del año la circulación anticiclónica en 35°S a diferencia de los 55°S donde la presión varía sólo ligeramente durante todo el año como se puede apreciar en el Atlas Climático de la Argentina (1950).

500 hPa						
ZONAL			MERIDIONAL		CURVATURA	
EST.	X	σ	X	σ	X	σ
VER.	424.8	122.9	45.9	129.9	-6.5	194.9
OTO.	398.6	145.9	20.8	156.4	-1.6	216.8
INV.	400.8	149.5	10.7	166.5	-15.6	247.4
PRI.	403.6	144.6	27.4	158.6	-25.7	214.6
AÑO	406.9	140.1	26.2	154.0	-12.3	219.0
1000 hPa						
ZONAL			MERIDIONAL		CURVATURA	
EST.	X	σ	X	σ	X	σ
VER.	132.3	73.4	50.4	87.3	78.3	106.1
OTO.	132.5	89.0	21.7	102.6	16.8	128.8
INV.	149.3	103.3	3.9	113.6	-18.1	143.6
PRI.	141.4	89.8	28.9	105.8	24.7	127.5
AÑO	138.9	89.9	26.2	104.1	25.4	132.0

TABLA 1: Promedios (X) y desvíos típicos (σ) de los índices de circulación en mpg en 500 y 1000 hPa.

El índice meridional presenta en ambos niveles valores mayores en verano y siempre positivos. En 500 hPa indica la posición preferente de una cuña de onda larga en el Pacífico, citada por Trenberth (1982), y una vaguada en el Atlántico. Mientras que en 1000 hPa representa una mayor intensidad del Anticiclón del Pacífico frente a la del Atlántico, hecho que concuerda con el comportamiento de los anticiclones subtropicales que rodean a Sudamérica estudiado por Minetti y Vargas (1983), y al del anticiclón del Pacífico analizado por Saavedra (1983).

La curvatura en 500 hPa es negativa en todas las estaciones del año, denotando un predominio de la cuña de onda larga del Pacífico en los 65°O. Se presenta un máximo en primavera, época de mayor diferencia térmica entre el continente y los mares circundantes.

La marcha anual de la curvatura en 1000 hPa refleja claramente la influencia térmica del continente.

En los dos niveles y en los tres índices se observa que la varianza es mínima en verano y máxima en el invierno por ser en esta época del año más frecuente en la región considerada el pasaje de distintos sistemas, como determinó Trenberth (1991) para el Hemisferio Sur.

B) Distribución de frecuencias absolutas:

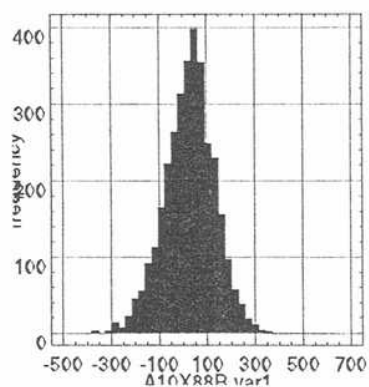
Se calcularon para las superficies de 500 y 1000 hPa, los histogramas de frecuencias (Figs. 1 y 2) de las series de los índices, con el fin de conocer la distribución que siguen y poder utilizar las propiedades de ella.

A excepción de la curvatura en 1000 hPa, que está ligeramente sesgada a la derecha, dado que ostenta una mayor permanencia en valores extremos anticiclónicos, todos se pudieron ajustar a la distribución normal con un nivel de confianza del 95%.

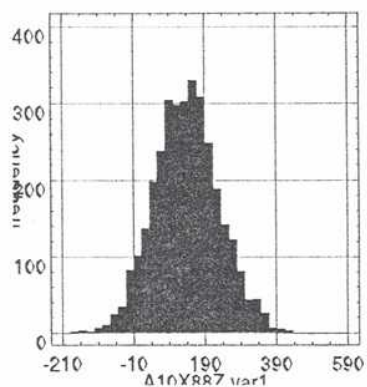
Debido a que a excepción del zonal en 1000 hPa la onda anual es significativa, para sacarles la estacionalidad se la filtró restándole a cada término de las series de los tres índices el promedio mensual de los 9 años del mes que le corresponde. Se obtuvieron de esta manera las anomalías de los índices.

Se repitió el ajuste con estas nuevas series (Figs. 3 y 4). Nuevamente menos el índice de curvatura en 1000 hPa, y muy en el límite el zonal en 500 hPa, las series de los desvíos se pudieron ajustar a la normal en el nivel de confianza del 95%.

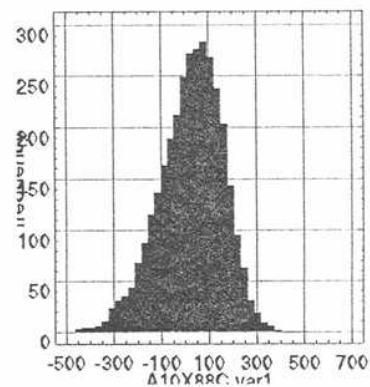
Se han hallado los espesores de las anomalías 500/1000 de los índices zonal, meridional y curvatura. Sus distribuciones fueron ajustadas a una normal a excepción del meridional, que está



a)

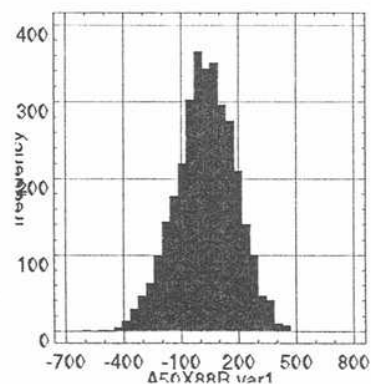


b)

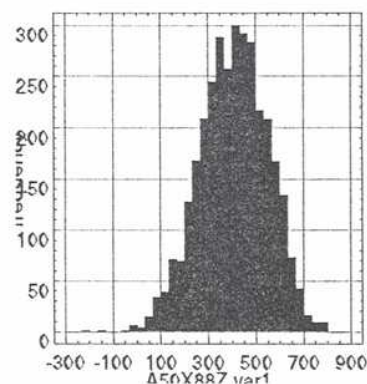


c)

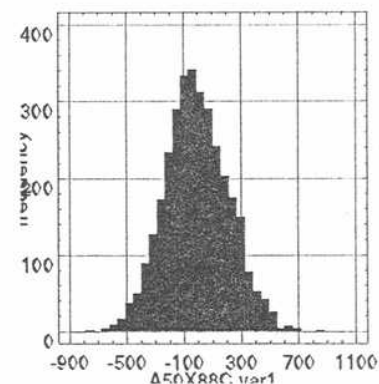
Fig.1: Distribución de frecuencias en 1000 hPa de los índices: a) Meridional, b) Zonal y c) Curvatura.



a)



b)



c)

Fig.2: Distribución de frecuencias en 500 hPa de los índices: a) Meridional, b) Zonal y c) Curvatura.

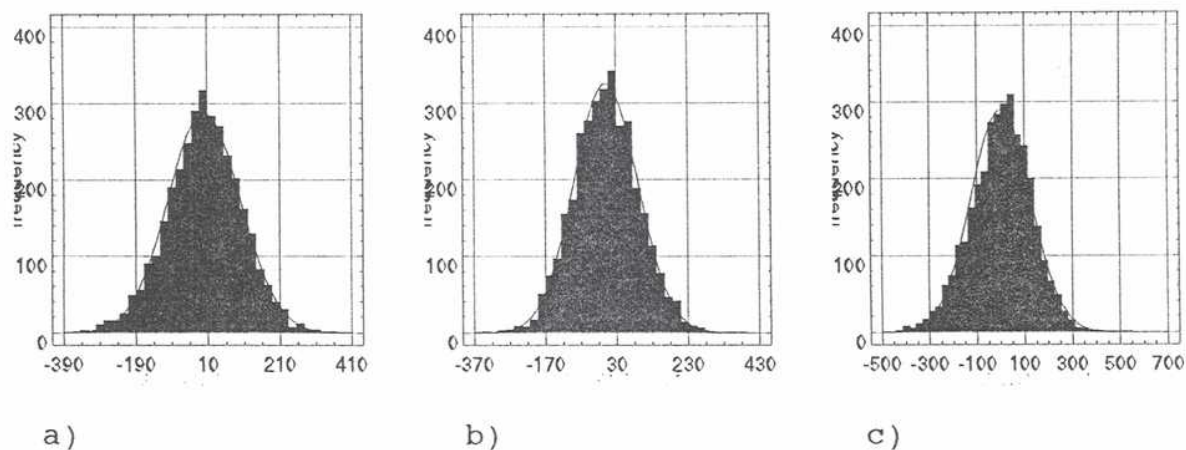


Fig.3: Distribucion de frecuencias en 1000 hPa de las anomalías de los índices: a) Meridional, b) Zonal y c) Curvatura.

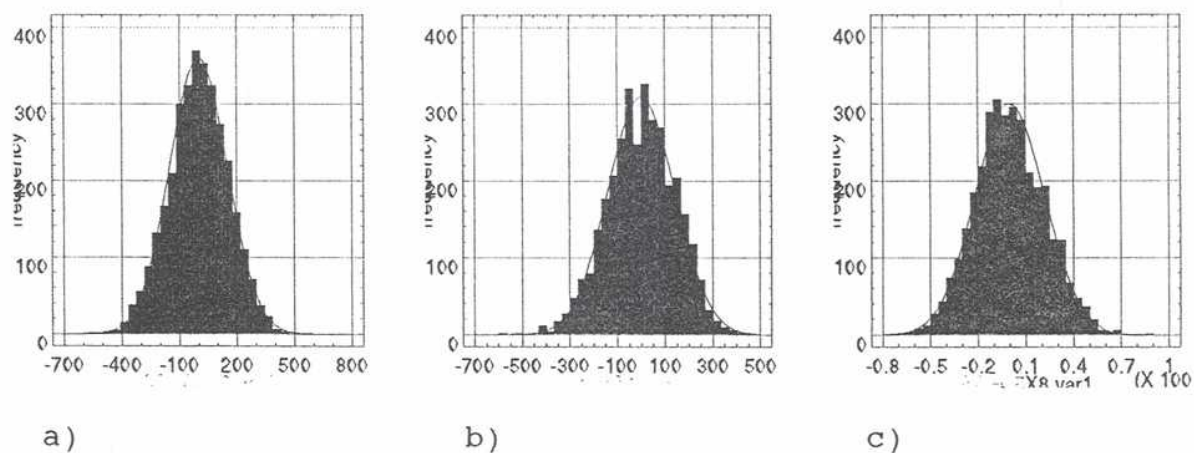
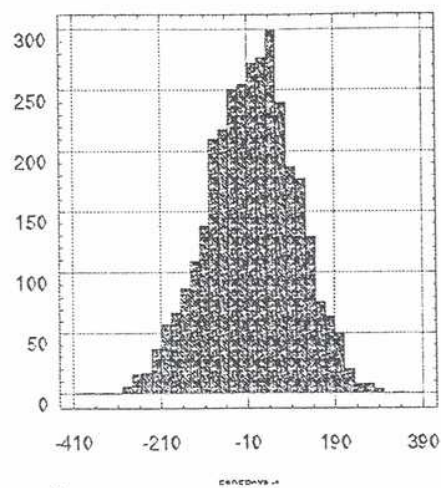
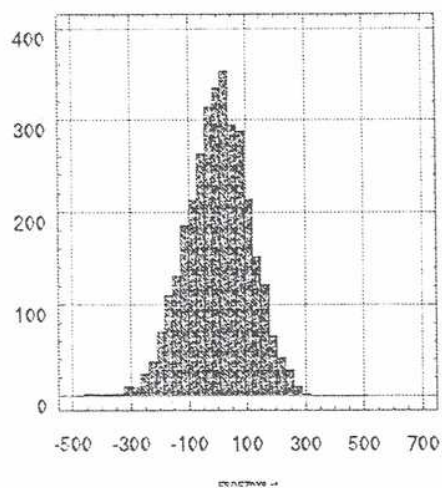


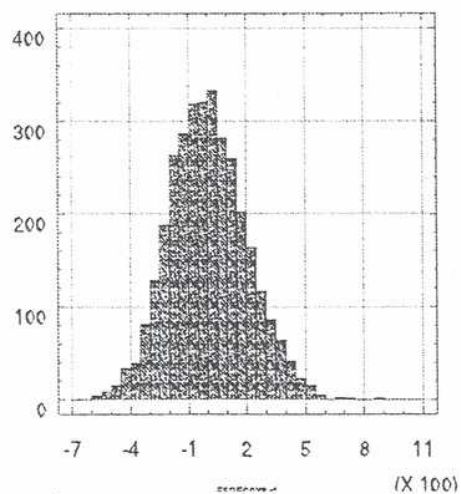
Fig.4: Distribución de frecuencias en 500 hPa de las anomalías de los índices: a) Meridional, b) Zonal y c) Curvatura.



a)



b)



c)

Fig. 5: Distribución de frecuencias en 500/1000 hPa de los índices: a) Meridional, b) Zonal y c) Curvatura.

ligeramente sesgada como se pueden observar en la figura 5.

MARCHA ANUAL MEDIA

500 HPA				1000 HPA		
M	Z	R	C	Z	R	C
1	429.3	28.9	-29.1	130.0	40.6	73.2
2	419.0	25.8	34.2	137.1	38.7	85.0
3	404.9	49.5	-1.7	124.4	41.2	49.2
4	393.0	26.2	23.8	139.2	23.8	26.3
5	379.3	17.8	-1.8	130.5	17.8	-10.7
6	366.8	50.1	2.4	135.0	26.1	-27.1
7	392.7	-20.0	-19.3	148.0	-14.7	-20.2
8	391.3	17.0	-20.7	150.1	11.3	-5.4
9	370.0	-3.5	-39.0	143.2	-10.1	-3.9
10	388.5	8.4	-24.4	122.6	23.1	27.2
11	424.4	62.8	-25.3	148.8	60.0	52.3
12	404.0	83.1	-32.1	125.0	69.4	66.2
X	406.9	26.2	-12.3	138.9	26.2	25.4
σ	20.2	28.7	-22.8	9.8	25.0	39.0

TABLA 2: Valores medios mensuales, anuales (X) y desvíos típicos (σ) en el período 1980-1988 de los índices en 500 y 1000 hPa.

En la Tabla 2 se transcriben en los niveles de 500 hPa y 1000 hPa, los valores medios mensuales promediados para los 9 años de los tres índices, la media anual y la varianza de esos promedios. Se analizaron sus marchas anuales y se determinó una onda anual significativa al 95%, a excepción del zonal en 1000 hPa y muy en el límite de este nivel el meridional en 500 hPa.

En las figuras 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se representan las marchas de estas variaciones, así como también el primer armónico

obtenido mediante el análisis de Fourier.

Los resultados de los armónicos (AR) que más explican la varianza (V.EX) se presentan a continuación:

500 HPA						1000 HPA					
Z		M		C		Z		M		C	
AR	V.EX	AR	V.EX	AR	V.EX	AR	V.EX	AR	V.EX	AR	V.EX
1	65.9	1	33.2	1	62.3	1	27.2	1	65.4	1	96.1
4	15.1	4	25.5	4	7.2	5	34.7	2	17.5		

TABLA 3: Armónicos de las series de los tres índices que más explican en 500 Y 1000 hPa.

En 500 hPa se ve que la mayor varianza explicada es la anual, y en segundo lugar la trimestral, en 1000 a excepción del zonal la de mayor varianza es la anual. Además, solamente el índice meridional muestra algún resto de la onda semianual (Schwerdtfeger y Prohaska, 1956).

Para conocer la significancia de estos valores se los testeó (Brooks y Carruthers, 1953). A excepción del zonal de 1000 hPa y muy en el limite el meridional de 500 la onda anual dio significativa al 95% .

Debido a la baja significancia de la varianza explicada para armónicos mayores que 1 se ha adoptado como representativo de la marcha anual de los índices la obtenida con el armónico anual, uniformando el criterio para todos los índices.

Teniendo en cuenta a este último, en las figuras 6, 7, 8, 9, 10 Y 11 se observa:

A) En 500 hPa.

I) Índice zonal (Fig. 6a))

El comportamiento de este índice, entre los 35° y 55°S en la región sudamericana es similar a lo observado en el Hemisferio

Sur por Taljaard (1967). Muestra un máximo en verano y un mínimo en invierno.

El máximo índice zonal se observa en el mes de enero con un valor de 418 mgp que corresponde a un movimiento zonal medio de unos 17 m/s y un mínimo en julio de 375 mgp, o sea un viento medio del oeste de 15 m/s, y con una variación estacional de solo 2 m/s.

II) Índice meridional (Fig. 7a)):

El máximo se centra en enero con 51 mgp con componente media del sur de 1 m/s, y un mínimo de 7 mgp en invierno.

Se observan mayores valores en verano que en invierno, pero siempre positivos.

Esto último, indica la posición preferente de una cuña de onda larga en el Pacífico y una vaguada en el Atlántico.

Esta particularidad se verifica en los mapas de anomalías zonales de las distintas épocas del año en este nivel como se puede ver en el Capítulo I, donde se destaca un centro positivo en el sur argentino, incluido en un cinturón del mismo signo que sigue una dirección noroeste-sudeste desde el Pacífico, y un cinturón negativo paralelo al anterior a una distancia de 35° de longitud hacia el noreste.

Esta anomalía positiva (cuña) sobre el sur de sudamérica, levemente desplazada hacia el Océano Pacífico puede observarse también en la figura 10, donde se reproducen las anomalías zonales medias en 500 hPa para los meses de enero y julio respectivamente. Ambos calculados por Kousky y Bell (1992) a partir de los análisis diarios del National Meteorological Center (NMC) en un período de 10 años.

III) Curvatura (Fig. 8a)):

Este índice muestra sus valores extremos en las estaciones intermedias.

Se observa la máxima curvatura ciclónica en abril y la más anticiclónica en octubre, con un leve predominio general de la

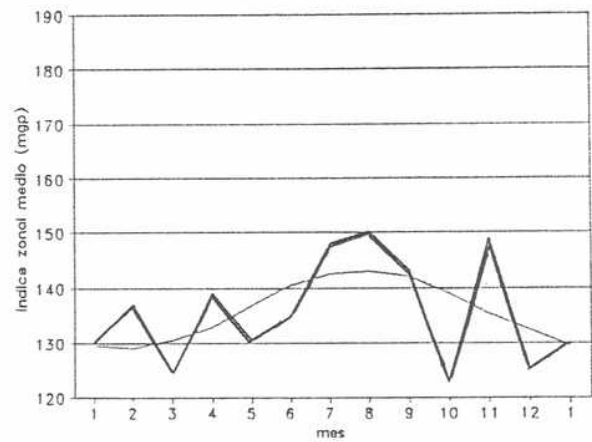
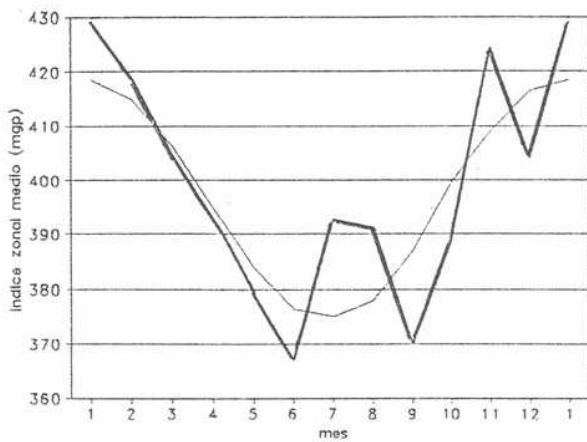


Fig.6: __Marcha anual media del índice zonal y
__Primer armónico, en: a) 500 hPa y b) 1000 hPa.

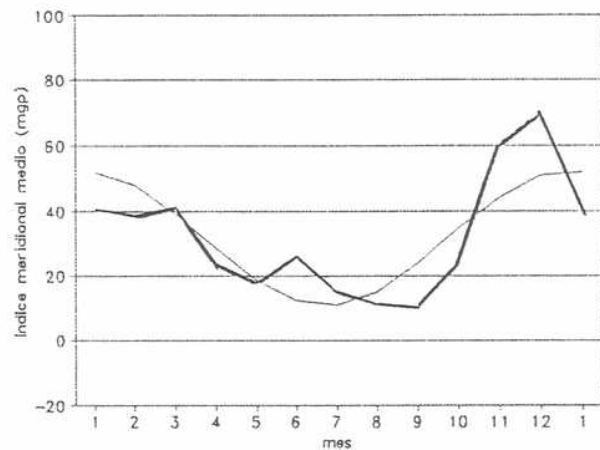
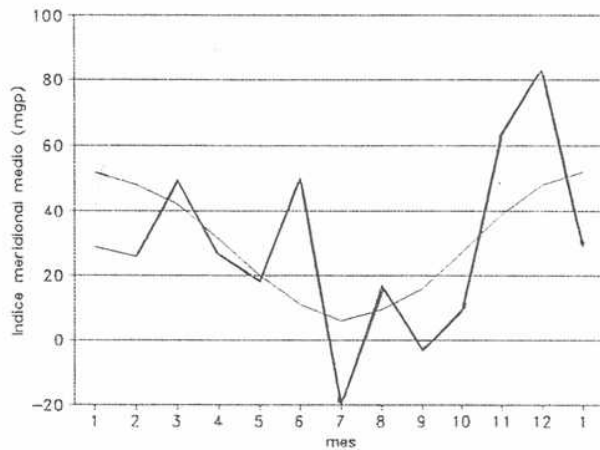


Fig.7: __Marcha anual media del índice meridional y
__Primer armónico, en: a) 500 hPa y b) 1000 hPa.

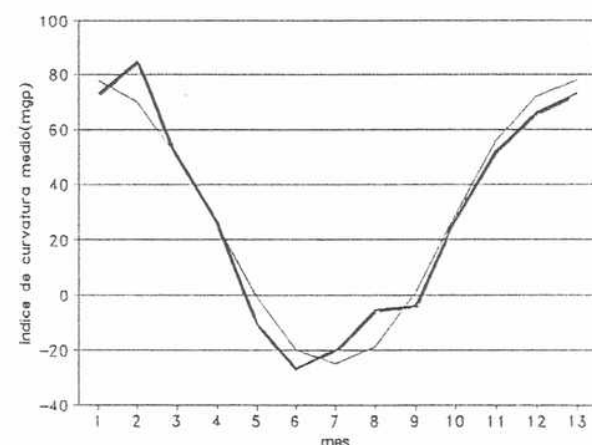
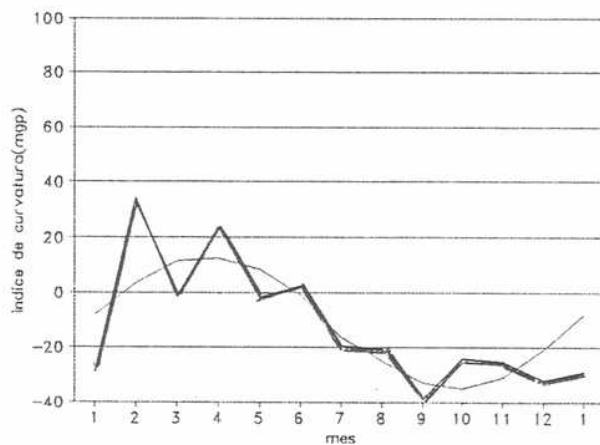
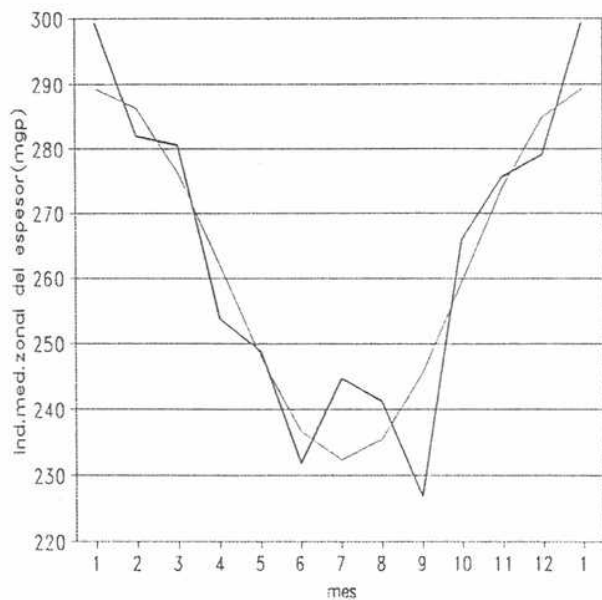
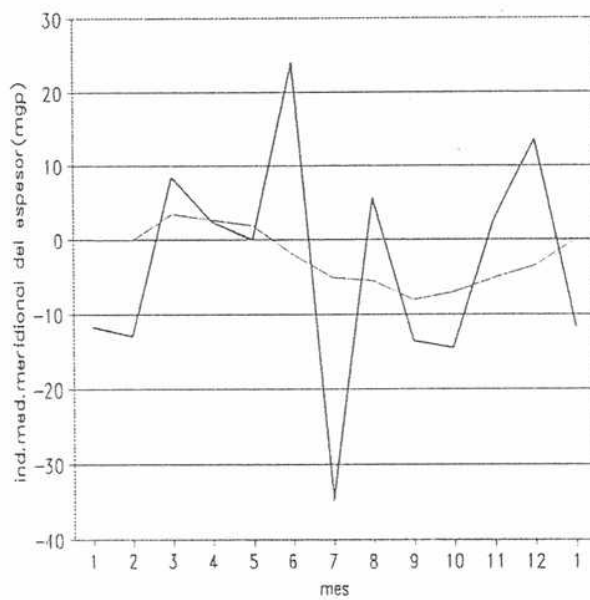


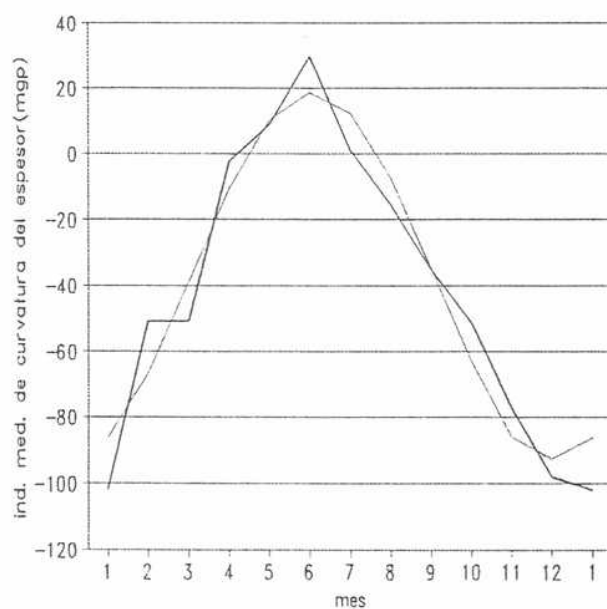
Fig.8: __Marcha anual media del índice de curvatura
y __Primer armónico en: a) 500 hPa y b) 1000 hPa.



a)



b)



c)

Fig.9: ___Marcha anual media y___ Primer armónico del espesor 500/1000 hPa del índice: a)Zonal, b)Meridional y c)Curvatura.

anticiclónica, lo que indica que la cuña del océano Pacífico se halla en promedio más cerca del meridiano 65°O que la vaguada en el Atlántico, y más próxima al continente en verano y primavera.

B) En 1000 hPa:

I) Zonal (Fig. 6b)):

Presenta una marcha opuesta a la de 500 hPa. La amplitud es menor en este nivel, alcanzando velocidades zonales de 5.7 m/s y 5.2 m/s en el valor máximo de 143 m/gp en el invierno y en el mínimo de 130 m/gp en el verano respectivamente.

II) Meridional (Fig. 7b)):

Sigue una marcha similar a la de 500 hPa con un máximo en enero de 53 m/gp y un mínimo en julio de 11 m/gp, con movimientos meridionales medios de 1.1 y 0.2 m/s del sur en estos extremos.

A la latitud de 40° alrededor de Sudamérica predomina el Anticiclón del Pacífico, especialmente en verano.

III) Curvatura (Fig. 8b)):

Presenta un mínimo en el mes de julio y un máximo en enero.

La amplitud de 105 m/gp supera ampliamente a la de los 500 hPa.

En las figuras 9a) y 9b) se exhiben el índice zonal y meridional del espesor 500/1000 hPa, los que presentan características similares a las de 500 hPa, pero con menor amplitud.

La curvatura del espesor se presenta en la figura 9c), en la que se observa una máxima amplitud comparada con la de 500 y 1000 hPa. Muestra valores anticiclónicos fuertes en verano y ciclónicos leves en invierno.

Este comportamiento muestra la notable influencia térmica de Sudamérica, aún en los 40°S .

DESVIACIONES DEL PROMEDIO SUAVIZADO

Observando los valores reales se puede destacar:

En 1000 hPa (Fig. 6b)), llama la atención que con el promedio de 9 años, el índice de circulación zonal ostente una marcha tan significativamente irregular.

Tampoco se habría esperado que el máximo valor se halle en agosto, donde según Prohaska (1952) ya debería descender para llegar a un mínimo en octubre (mes preferente de bloqueos) y sufrir un abrupto aumento en noviembre. En este último mes los registros presentes muestran coincidencia. En el índice meridional de 1000 hPa (Fig. 7b)) se advierten fuertes oscilaciones mensuales como en el índice zonal.

BAROCLINICIDAD A TRAVES DEL INDICE ZONAL

MES	A	B	% DE B
ENERO	301.3	154.9	34.0
FEBRERO	289.3	148.6	34.0
MARZO	288.0	181.0	38.6
ABRIL	262.2	216.7	45.1
MAYO	248.2	249.3	50.1
JUNIO	239.8	273.3	53.3
JULIO	260.0	259.8	50.0
AGOSTO	254.5	276.0	52.0
SEPTIEMBRE	238.4	271.8	53.3
OCTUBRE	265.5	267.6	50.2
NOVIEMBRE	273.7	232.4	46.0
DICIEMBRE	283.4	197.3	41.0
ANUAL	267.0	227.4	46.0

TABLA 4: Espesores medios zonales en las latitudes 35°/ 55°S (A) y 20°/ 40°S (B).

Se calcularon los espesores 1000/500 hPa mensuales de los 9 años del índice zonal tomado en dos latitudes diferentes, en la definida anteriormente (35° y 55°S (A)) y en 20° y 40°S (B); y se halló el porcentaje de la baroclinicidad total dada por el índice tomado en latitudes menores (Tabla 4).

Se observa que en los meses cálidos la contribución a la baroclinicidad en latitudes bajas es menor, esto se debe a que el frente polar en verano no llega normalmente a latitudes menores.

Además, por los porcentajes de baroclinicidad que se dan en invierno en ambos índices (aproximadamente 50%) se puede decir que la influencia del frente polar se reparte en forma similar en las dos franjas.

COEFICIENTES DE AUTOCORRELACION DE LOS DESVIOS DE LOS INDICES DIARIOS DE LOS 9 AÑOS

En 1000 y 500 hPa los coeficientes de autocorrelación diaria con lags (L) que arrojaron valores significativamente distintos de cero fueron los siguientes:

500 HPA								1000 HPA							
Z		Z		M		C		Z		Z		R		C	
35/55°		20/40°		35/55°		35/55°		35/55°		20/40°		35/55°		35/55°	
L	AC	L	AC	L	AC	L	AC	L	AC	L	AC	L	AC	L	AC
1	.70	1	.69	1	.77	1	.58	1	.60	1	.50	1	.69	1	.39
2	.41	2	.39	2	.50	2	.15	2	.32			2	.40		
3	.25	3	.23	3	.32			3	.18			3	.24		

TABLA 5 : Coeficientes de autocorrelación (AC) de las anomalías diarias de los índices del período 1980-1988 en 500 y 1000 hPa.

Se calcularon también las autocorrelaciones agrupando cada 10 días, dando como máximo un valor de 0.30 para lag=1 en el zonal

en 500 hPa. Agrupando cada 5 días dieron valores aún menores, lo que indica que la autocorrelación es mas alta tomando valores diarios que agrupados.

Observando la tabla anterior se puede decir que en ambos niveles la persistencia de los índices es mayor para el lag=1 y que en el caso del meridional y el zonal a excepción del de 1000 hPa para la segunda latitud, hay todavía una persistencia significativamente distinta de cero hasta el lag=3.

O sea que la persistencia de estos índices es de 1 a 3 días.

Puede verse entonces, que los valores diarios de los índices responden a las variaciones rápidas impuestas por los sistemas sinópticos migratorios asociados a ondas cortas.

Kousky y Bell (1992) efectuando correlaciones diarias de 500 hPa en las latitudes medias del Hemisferio Sur en 40°S y 60°O con las del resto del Hemisferio Sur, observaron la preponderancia de las ondas 3 y 4. De acuerdo a estos autores de la figura 11, alrededor de Sudamérica, resulta una longitud de onda de aproximadamente 90° cercana a la onda 4.

Para evaluar las ondas que afectan a nuestra región se han medido las longitudes de onda y las velocidades de propagación de ondas en 500 hPa sobre mapas del SMN, para ello se tomaron días consecutivos del mes de febrero, marzo, abril, junio, julio, septiembre y octubre de 1993 a 1995, y enero de 1996 a 1997, como representantes de las cuatro estaciones del año. La media y el desvío típico de la longitud de onda fue de 45.1° de longitud y 11.05° de desvío standard. La media y el desvío típico del trayecto recorrido en 24 horas fue de 9.6 y 3.3° de longitud.

De acuerdo a estos valores el número de onda más frecuente resultó ser 8, lo que corresponde a ondas cortas (hasta 5 ó 6 se consideran largas) y de 5 días de duración. Se nota entonces que los valores diarios de los índices son afectados por las ondas cortas.

Teniendo en cuenta este último concepto para tratar de establecer la situación prevaleciente en la escala regional se

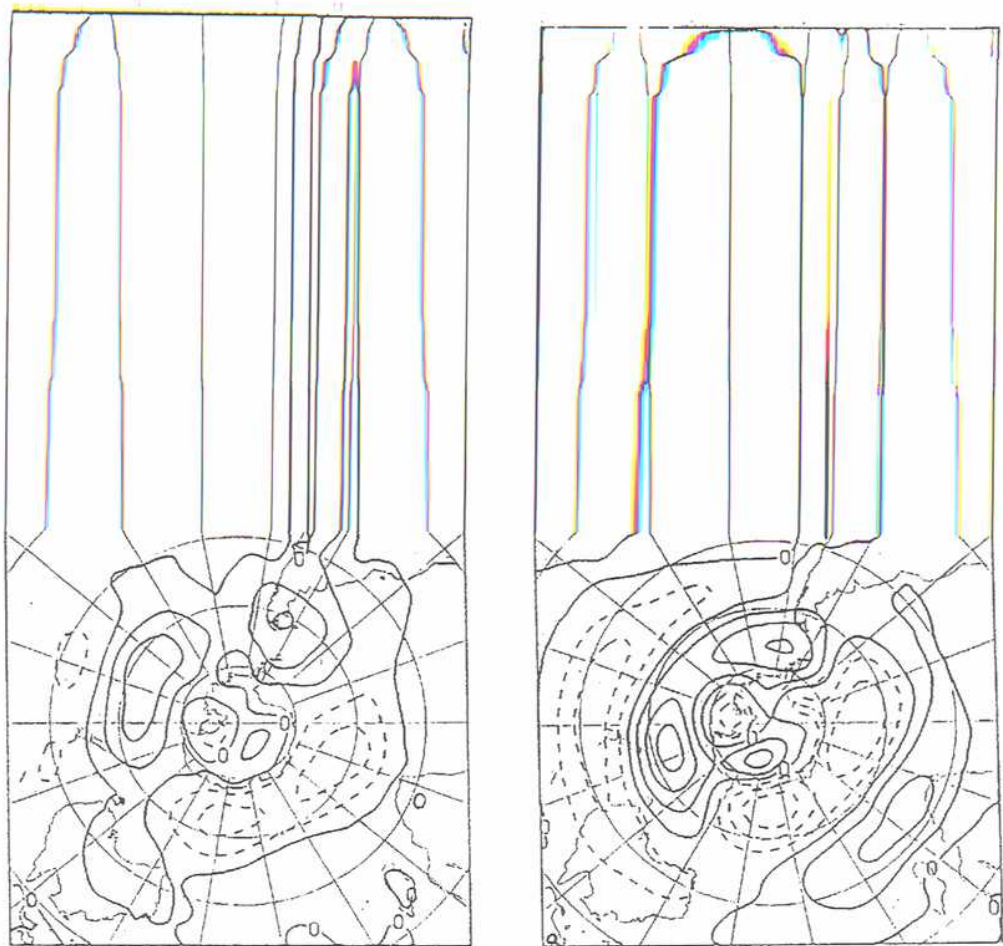


Fig.10: Anomalías zonales medias en 500 hPa (--- negativas y ____ positivas) para los meses de enero y julio respectivamente según Kousky y Bell (1992). NMC.

tomarán los promedios de 5, 10 y 30 días de los índices de circulación .

ANOMALIAS SUAVIZADAS DE LOS PROMEDIOS DE 10 DIAS

Como se ha visto, el valor diario de los índices obedece al pasaje de los sistemas sinópticos migratorios asociados a las ondas cortas de los oestes.

Con el fin de analizar el comportamiento de las ondas largas, desde hace tiempo se ha recomendado el análisis de mapas medios de 10 días, como lo hace por ejemplo Namías y Clapp (1944).

Siguiendo este criterio se han calculado los promedios decádicos corridos para el nivel de 500 hPa.

Para filtrar la onda anual se han calculado las anomalías respecto del promedio de la marcha anual del período de 9 años.

En la figura 12 se representan como ejemplo los valores diarios (puntos) y los promedios decádicos (entera) de las anomalías de los tres índices durante un año (1986).

A pesar de que se aprecian ciertas periodicidades, el promedio decádico corrido es bastante irregular.

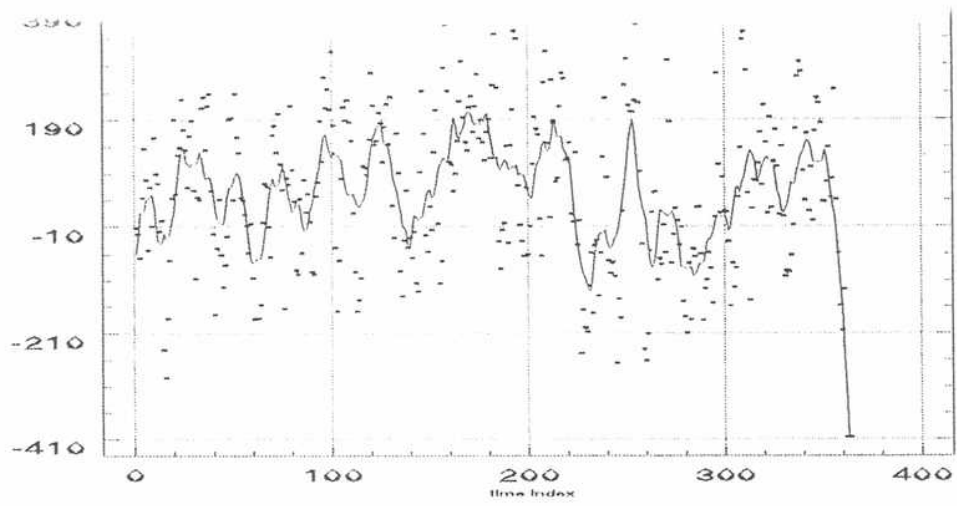
El índice zonal se muestra más regular; por ejemplo se encuentra en un caso una persistencia de 90 días con valores positivos. El índice meridional y el de curvatura se ven más afectados por los sistemas migratorios.

Para suavizar la marcha de los índices y hacer más evidente la influencia de las ondas largas se ha aplicado doblemente el promedio decádico.

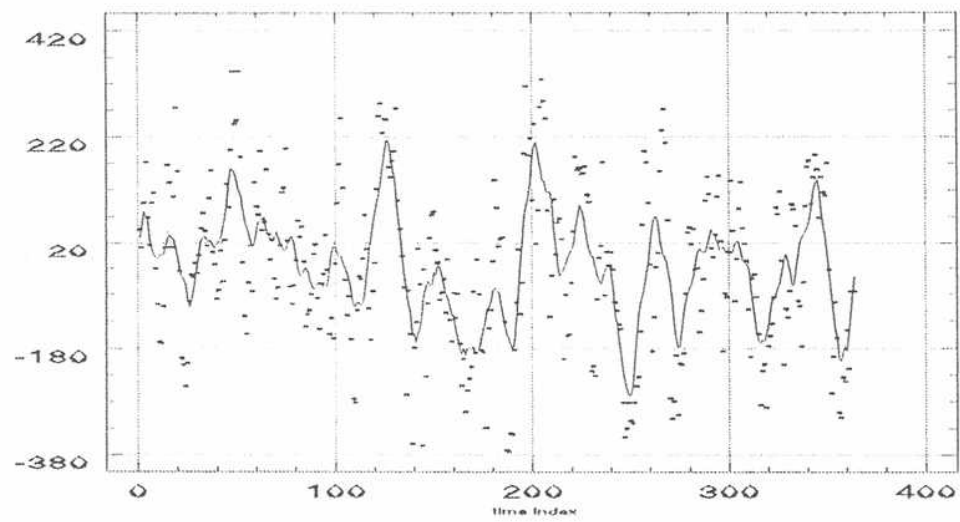
En la figura 13 se ha representado la marcha del índice meridional así suavizada para el año 1986.

Con el fin de ver si este comportamiento muestra alguna preferencia a periodicidades se ha hecho un recuento de las anomalías máximas significativas, es decir que estén separadas por anomalías negativas.

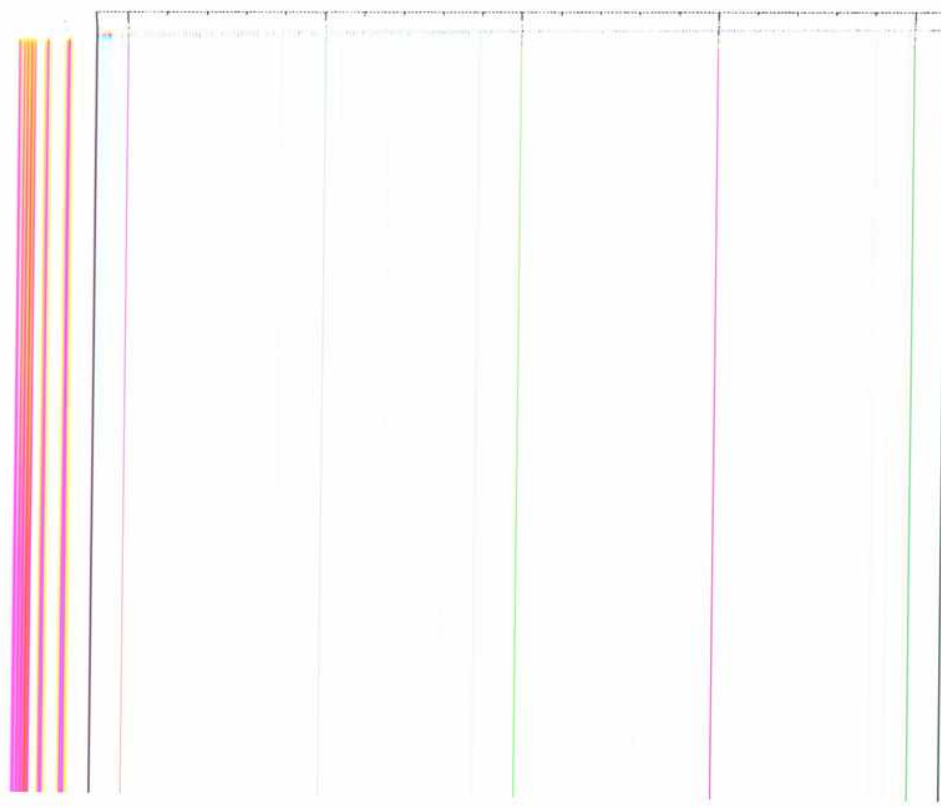
El promedio para los nueve años (1980-1988) de cada uno de los índices, resultó tener algo más de siete máximos por año, lo



a)



b)



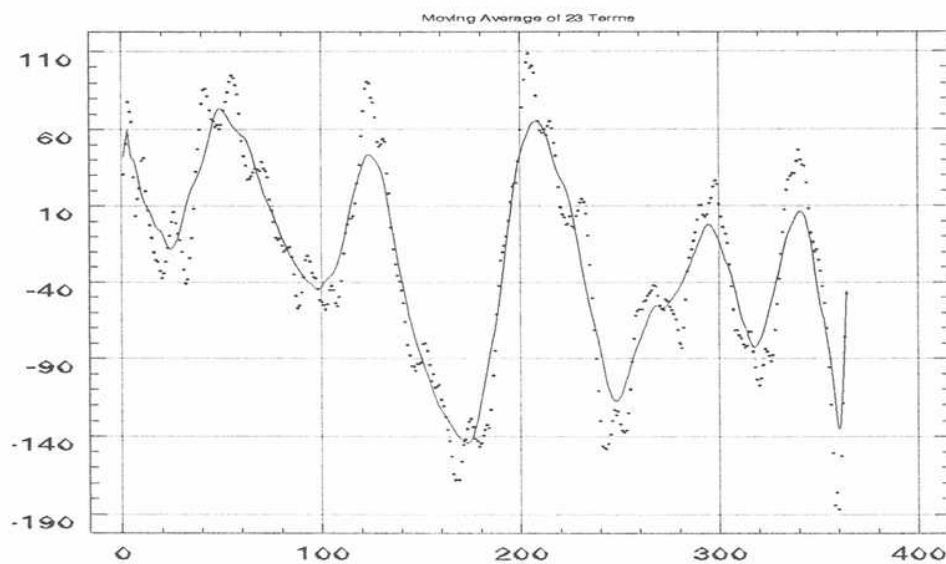


Fig. 13: Promedio móvil doble decádico del índice meridional de 1986.

de 50 días aproximadamente, período encontrado también por Madden y Julian (1976), Matsuno (1984) y Bischoff(1988). Sin embargo comparando año por año se advierte bastante variación.

Por otro lado el análisis espectral de Fourier dió un máximo de 48 días.

EL NIÑO Y LOS INDICES

Para saber de que forma reaccionan los índices con el fenómeno del Niño, se hallaron las anomalías medias mensuales del período 1980 a 1988 y se los correlacionó con los desvíos mensuales del Indice de Oscilación Sur (Trenberth, comunicación personal) del mismo período.

En 1000 y 500 hPa los coeficientes de correlación que dieron significativamente distintos de cero fueron los siguientes:

500 HPA					1000 HPA				
Z		R		Z		R		C	
LAG	r	LAG	r	LAG	r	LAG	r	LAG	r
3	0.20	-3	0.20	-9	-0.28	-5	0.19	-1	0.26
		-5	0.25	-8	-0.20			0	0.34
				0	0.19			1	0.25
				1	0.21				

TABLA 6: Coeficientes de correlación (r) entre las anomalías de los índices y las anomalías mensuales del Indice de Oscilación Sur.

Se observa que el índice meridional tiende a tener el mismo signo que el del Indice de Oscilación Sur. En el caso Niño, correspondería a una alta presión en el Atlántico y baja en el Pacífico; notando la influencia de este ó del evento opuesto después de cinco meses en 1000 hPa y de 3 meses en 500 hPa.

Con un atraso de 9 y 8 meses se percibe en forma inversa en el zonal y en forma directa en el tiempo real en 1000 hPa.

Los valores del SOI y de la curvatura en 1000 hPa se hallan correlacionadas positivamente en tiempo real: Niño- curvatura anticiclónica y Niña -curvatura ciclónica.

CONCLUSIONES

Los índices y en mayor medida las anomalías tienen distribuciones prácticamente normales y se han tomado como tales para estudiar su relación con la temperatura y la precipitación en estaciones argentinas.

A través del índice zonal referido a los 60°O queda bien reflejado el índice de circulación zonal del Hemisferio Sur, tanto en 500 como en 1000 hPa, si bien es necesario estudiar la serie con mayor cantidad de datos, para saber si las irregularidades encontradas se deben al azar o a oscilaciones reales.

El índice meridional, muestra en 40°S la gran influencia de una cuña de onda larga en 500 hPa en el Océano Pacífico y del Anticiclón de este último en 1000 hPa.

Tanto la marcha del índice de curvatura en 1000 hPa y en 500 hPa, como la del espesor 500/1000 hPa, demuestran que la influencia térmica del continente sudamericano es notable aun en 40°S.

Solamente el índice meridional en 1000 hPa muestra vestigios de la llamada onda semianual.

El índice meridional y el zonal tienden a tener el mismo signo que el índice de Oscilación Sur para lags menores que -5 meses en 500 y 1000 hPa, así también como la curvatura en este último nivel en tiempo real.

BIBLIOGRAFIA

Bischoff S. A. (1988): *Análisis espectral de Perturbaciones Sinópticas Troposféricas sobre áreas Argentinas. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.* 95-124.

Brooks C.E. and Carruthers (1953): *Handboock of Statistal Methods in Meteorology.* 337-338.

Fernandez A. E. , G. V. Necco (1982): *Característica del Campo del viento en la Atmósfera libre en estaciones argentinas. Meteorológica 13, 2.*

Kousky V. E. , G. D. Bell (1992): *Atlas of the Southern Hemisphere. NOAA ATLAS 9.*

Lichtenstein E. R. (1976): *Variabilidad interdiurna de la presión en el entorno de la depresion del Noroeste Argentino.- Meteorológica 6_y 7.*

Madden R. A., P. D. Julian (1976): *Detection of 40 to 50 day oscillation in the zonal wind in tropical Pacific. Yournal of the Atmospheric Sciences 28, 702-708.*

Matsuno T. (1984): *About 30, 40 to 50 period oscillations emerging from time variations of meteorological elements around Japan. Papers in Meteorology and Geophysics 35, 181-197.*

Minetti J. L. y Vargas W. M. (1983): *Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica I Parte. Meteorológica 14, 1 y 2. 645-655.*

Minetti J. L. , E. M. Sierra, Poblete A. G. (1987): *Las fluctuaciones de la circulación regional en Sudamérica. Anales. II Congreso Interamericano de Meteorología, V Congreso Argentino de Meteorología, 12.3.1-12.3.6.*

Namias J., Clapp P. F. (1944): *Studies of the motion and development long waves in the westerlies. Journal of Meteorology 1, 57-66.*

Namias J. ,Clapp P. F. (1951): *Observational studies of general circulation patterns. Compendium of Meteorology. The American Meteorological Society. 551-568.*

Prohaska F. J (1952): *Regímenes estacionales de la precipita-*

ción de Sudamérica y mares vecinos (desde 15°S hasta Antártida). *Meteoros* . Año II, 1 y 2, 66-100.

Saavedra G. N. (1983): Sobre la relación entre el Anticiclón del Pacífico y la depresión continental en el cono sur de América. *Meteorologica* 14, 631-644.

Servicio Meteorológico Nacional (1950): *Atlas Climático de Argentina*.

Schwerdtfeger W. (1951): Bases para el pronóstico a medio plazo de las condiciones de temperatura para el otoño de Buenos Aires, *Meteoros*. Año I, 1, 33-45.

Schwerdtfeger W., Prohaska (1956): Der Jahresgang des Luftdruckes auf der Erde und seine halbjährige Komponente. *Meteorologische Rundschau* 3/4.

Taljaard J. J. (1967): Development, distribution and movement of cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the IGY. *Journal of Applied Meteorology* 5, 973-986.

Trenberth K. E. (1980): Planetary waves at 500 mb in the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review* 108, 1378-1389.

Trenberth K. E. (1982): Seasonality in Southern Hemisphere Eddy Statistics at 500 hPa. *Journal of the Atmosphere Sciences* 39, 2507-2520.

Trenberth K.E. (1991): Storm tracks in the Southern Hemisphere. *Journal of Atmosphere Sciences* 48, 19.

Organización meteorológica Mundial (WMO): WMO Technical note 79, 60.

CAPITULO III

DESVIACIONES PERSISTENTES DE LA CIRCULACION ATMOSFERICA

INTRODUCCION

En el capítulo anterior se introdujeron índices de circulación regional para dar pautas sobre la posición de las ondas largas de los oestes.

Al estudiar las anomalías de estos índices promediados decadicamente, se vieron casos de anomalías persistentes prolongadas. Tal como por ejemplo, aquél en que el índice zonal se mantuvo con una anomalía positiva durante 90 días y con una cierta prevalecencia en la periodicidad de 50 días.

En este capítulo se analizan dos casos de anomalías persistentes opuestas, tratando de ejemplificar mediante los mismos, la influencia de la situación sinóptica de mayor escala sobre el comportamiento de los sistemas sinópticos migratorios.

Se intenta además, determinar las causas de estos fenómenos a través de la circulación regional y hacer una descripción de los mismos.

Por tal motivo se toma la gran sequía del año 1995 y el exceso de precipitación en el verano 1982-83.

ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA

Díaz (1953) efectuó un estudio de las anomalías mensuales de lluvia y temperatura en función de una serie de parámetros tomados de largos registros de estaciones seleccionadas de Sudamérica. Uno de los resultados mas importantes fue encontrar anomalías persistentes de larga duración.

Scian (1970) analiza la situación sinóptica asociada al extremo frío que ocurrió en junio de 1967. Observó una trayectoria S-N de un sistema constituido por un centro frío en la

troposfera media y un anticiclón continental en superficie.

Malaka y Nuñez (1980) estudiaron la sequía que afectó a la Argentina en 1962 y determinaron que fue causada por una cuña persistente en la troposfera superior, orientada desde Puerto Montt (Chile) hasta las Islas Orcadas del Sur, con actividad bloqueante cerca de esta estación y un debilitamiento o alejamiento del anticiclón subtropical del Atlántico.

Berberly y Lozano (1991) investigaron la influencia de anomalías persistentes de altura en 200 hPa durante cinco días en 50°S 50°O y 50°S 100°O, sobre la temperatura y la precipitación en el territorio argentino. Obtuvieron para algunas regiones, respuestas significativas.

Campetella y Rusticucci (1996), estudiaron las condiciones sinópticas asociadas a la ola de calor de marzo de 1980. Encontraron la persistencia de un anticiclón en la troposfera superior sobre el norte de Argentina y un continuo transporte de masas de aire desde los trópicos hasta el sur de la provincia de Buenos Aires.

En trabajos realizados por Vargas y Alessandro (1982 ,1983 y 1990) se analizaron estadísticamente los extremos de precipitación y temperatura en la ciudad de Corrientes, estación representativa de una región amplia del noreste argentino.

Se estudiaron las características de persistencia en las series mensuales de ambas variables, definidas mediante los deciles segundo y octavo. En términos generales se determinó que la ocurrencia conjunta de estados pluviales y térmicos muestran signos de aleatoriedad, excepto en las condiciones más extremas. En este caso es de tipo indirecto y especialmente en verano.

Se arribó a que el lapso de ocurrencia más probable de un extremo climático de al menos 1 mes es de tres meses y que los períodos de recurrencia más frecuentes son de 1 ó 2 meses. Por otra parte los valores de precipitación y temperatura medias mensuales del año anterior a los extremos climáticos de las series no muestran valor predictivo para la ocurrencia de los

mismos. Tampoco se pudo hacer un diagnóstico en cuanto a la intensidad y duración de los mismos en forma estadística.

En un trabajo posterior realizado por Alessandro (1990), se tomaron las sequías y los excesos más intensos y persistentes del período 1900-1980 de la misma estación. Se trató de caracterizarlos sinópticamente y a través de propiedades de parámetros meteorológicos y termodinámicos en distintas escalas de tiempo.

En este trabajo se tomó la región húmeda y semiárida de la Argentina, con los radiosondeos de Resistencia y los datos de superficie de Corrientes.

Se concluyó que el factor predominante que los distingue involucra a las condiciones termodinámicas de las masas de aire, que afectan a la zona y en menor grado a la frecuencia con que pasan los sistemas sinópticos por ella, siendo independiente de la intensidad de los mismos.

1. LA SEQUIA DEL INVIERNO 1995

En meses de los años 1994 y 1995 la precipitación en gran parte de la Argentina fue deficitaria. La sequía de mayo a agosto de 1995 fue muy perjudicial para las actividades agropecuarias por hallarse la disponibilidad de humedad en el suelo ya agotada al comenzar este evento (Nuñez y otros, 1996).

En la sección 1.1 se describen las características de la sequía en base al análisis de las precipitaciones.

En la sección 1.2 se hace una descripción de la circulación atmosférica durante cada uno de los meses de sequía.

En la sección 1.3 se buscan rasgos comunes a los cuatro meses y en la 1. 4 las conclusiones sobre este evento.

Se usaron los datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional y los del Climatic Diagnostics Bulletin de la NOAA.

1.1. Anomalías de la precipitación y temperatura.

Se eligió el período de mayo a agosto de 1995 por ser éste el más seco, después de haber sufrido un año previo deficitario así también como la mayoría de los meses de la primera mitad de 1995. Este fenómeno se produjo especialmente en la provincia de Buenos Aires, Santa Fe, Chaco, Formosa y Córdoba y el litoral fluvial. Estas características pueden observarse en las figuras 1a) y 1b).

Si bien el período que se ha considerado en forma general en esta sequía es de mayo a agosto de 1995, cabe mencionar, que en algunos casos ésta comenzó en junio y finalizó mas allá de agosto, como sucedió en Junín y Pehuajó, o en el observatorio Central de Buenos Aires, que se inició en junio de 1994, interrumpida con poca precipitación en diciembre y marzo de 1995, y que continuó hasta septiembre de este mismo año.

Se puede resumir en forma generalizada sobre las regiones más afectadas de la Argentina en el transcurso del año, diciendo que en enero de 1995 hubo déficit de precipitación en la provincia de Entre Ríos, agregándose Chaco, Santa Fé y Formosa en febrero. En marzo se instaló en Córdoba y Santa Fé. En abril a excepción de Buenos Aires y Entre Ríos, todo el resto del país fue seco.

Continuó la sequía en Córdoba, Formosa y Chaco en mayo, para extenderse en junio y julio a toda la zona central y noreste.

En septiembre, el este de Formosa y noreste de Misiones se presentaron secos. En octubre nuevamente el centro y norte del país tuvieron esta misma característica. De igual manera en noviembre se presentó en el Chaco, norte de Córdoba, Corrientes y Misiones. En el último mes del año toda la zona central, norte y noreste fue seco a excepción del noreste de la Mesopotamia.

Generalizando más aun, podemos decir que a excepción de octubre y marzo el resto de los meses se comportaron de secos a normales.

El campo medio de las anomalías de las precipitaciones de 1994 (Fig.1a)) muestra valores negativos en una región más

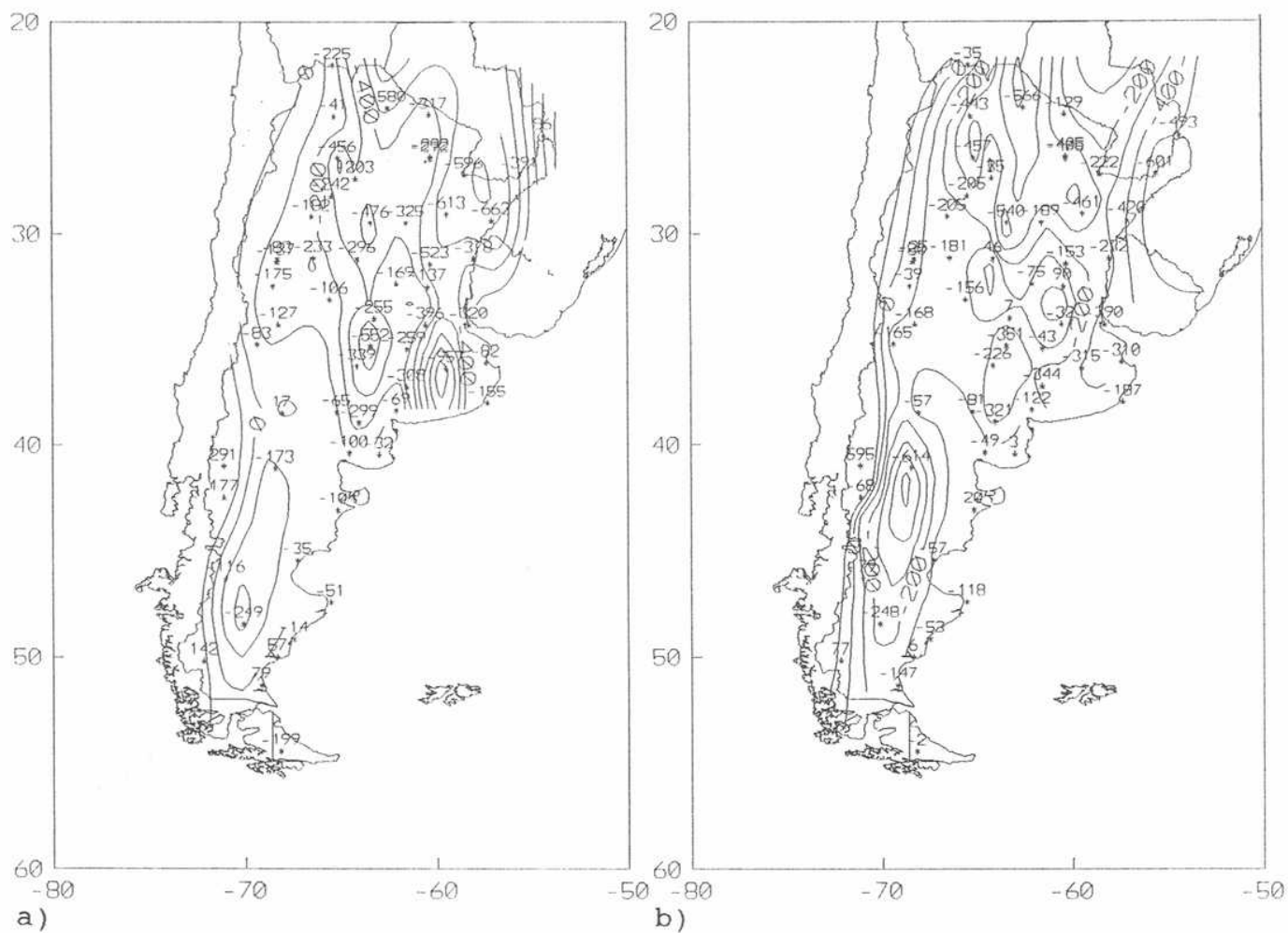


Fig. 1: Desvíos de la precipitación respecto a la normal 1960-1990 de los años a) 1994 y b) 1995.

amplia que la mencionada anteriormente y positivos en el norte y oeste de la Patagonia y en el extremo NE argentino. En 1995 (Fig.1b)) este último valor positivo desaparece, pero se insinúa otro en el sur de Córdoba y noroeste de Buenos Aires un poco superior a los normales.

En las figuras 2a), 2b), 2c), y 2d) se han calculado las anomalías tomando en conjunto los meses de marzo, abril y mayo; mayo, junio y julio; junio, julio y agosto y mayo, junio, julio y agosto respectivamente.

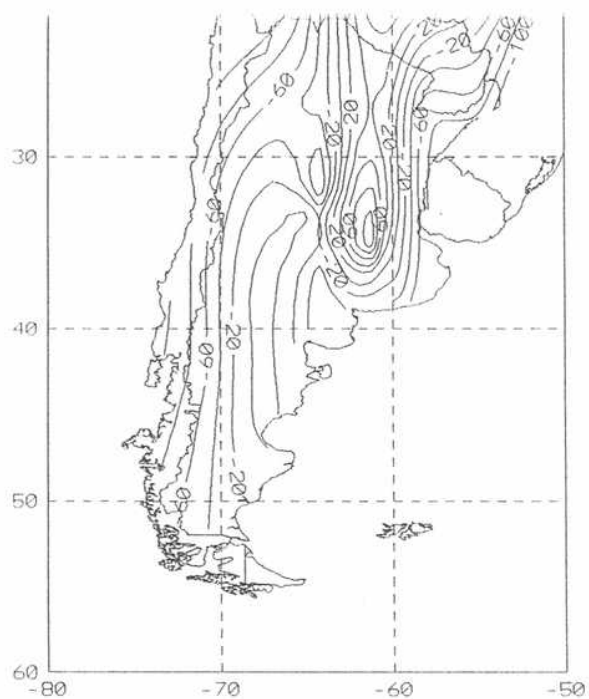
La primera de éstas muestra una zona de valores positivos que atraviesa casi en forma longitudinal al este del territorio. En las figuras 2b), 2c) y 2d) se observa que la isolínea cero deja una zona mayoritariamente negativa. La única zona beneficiada por la precipitación es el sur y oeste de la Patagonia y una segunda zona en el noroeste argentino y de la provincia de Buenos Aires como se ve en la figura 2b). Estas características pueden observarse también en el centro y noreste del país a través del campo de deciles de precipitación acumulada publicada por el Servicio Meteorológico Argentino (SMN) en la figura 3.

La zona de anomalía positiva desaparece si no se considera el mes de mayo como puede observarse en la figura 2c). En la figura 2d) se ve también suavizada, pero a su vez se ven intensificadas las isolíneas negativas especialmente en la provincia de Buenos Aires.

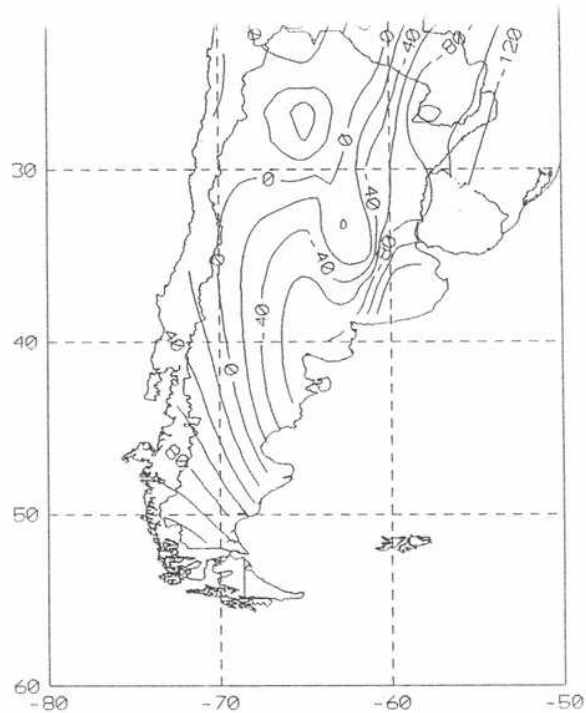
Los desvíos medios de precipitación de los tres meses siguientes al período considerado se han representado en la figura 4, se puede ver que la zona negativa disminuye, pero la zona más afectada continúa con déficit.

De las figuras anteriores se desprende que los meses de mayo, junio, julio y agosto son los que mejor representan a el período seco y que dentro de éste no todas las estaciones de la zona estudiada comienzan o terminan al principio o al final del mismo.

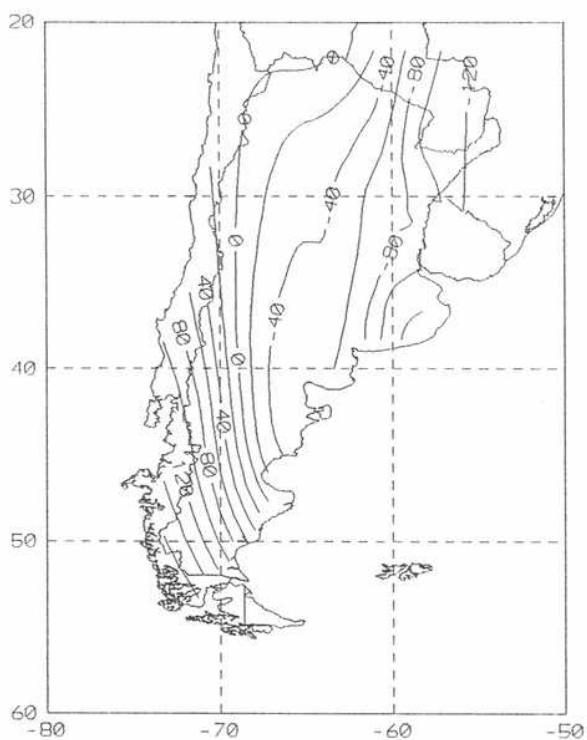
En lo que respecta a la provincia de Buenos Aires, esta



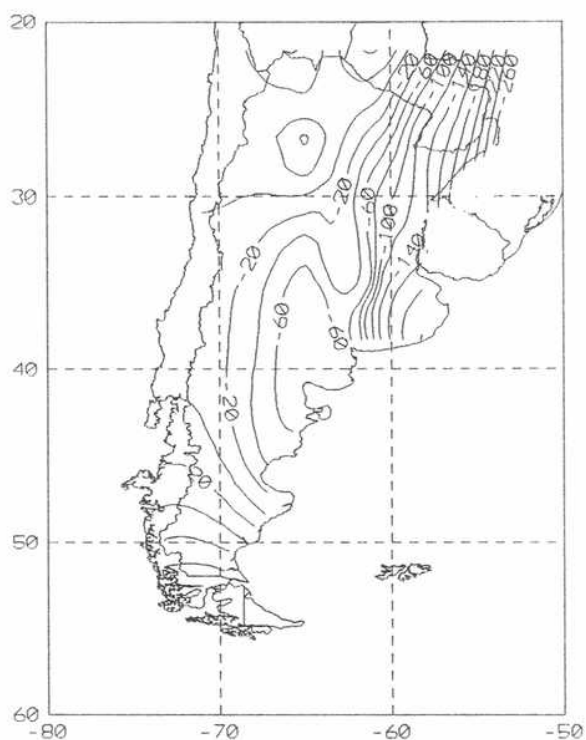
a)



b)



c)



d)

Fig.2: Desvíos medios mensuales de precip. respecto a la normal de los períodos
a) Mar., abr. y may.; b) May., jun. y jul.; c) Jun., jul. y ago. y d) May., jun., jul. y ago.

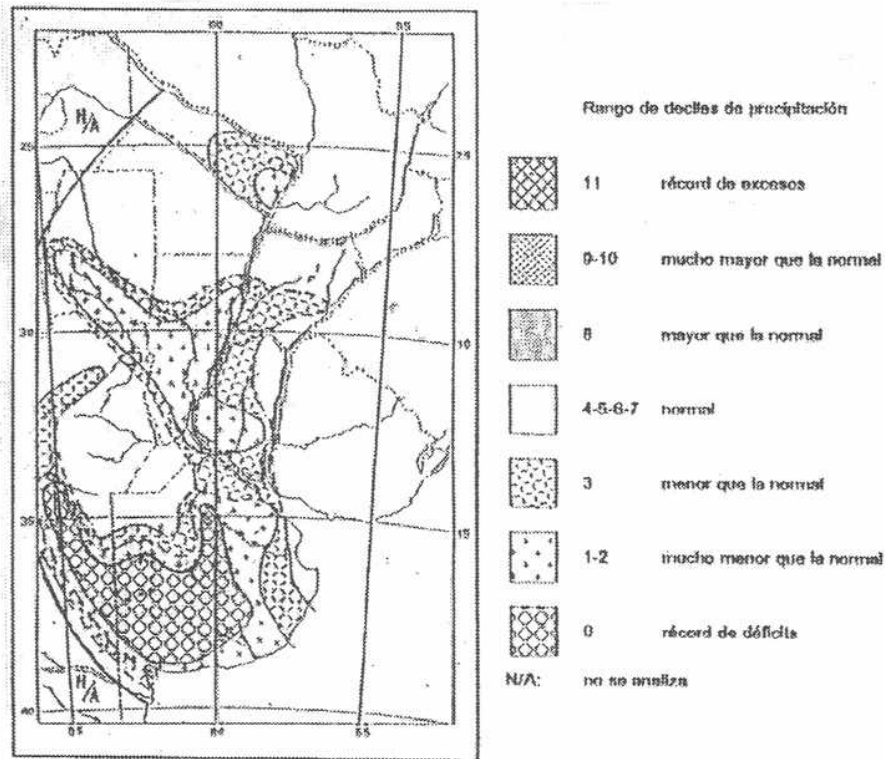


Fig. 3: Distribución de los deciles de precipitación acumulada para mayo, junio y julio de 1995. Servicio Meteorológico Nacional.

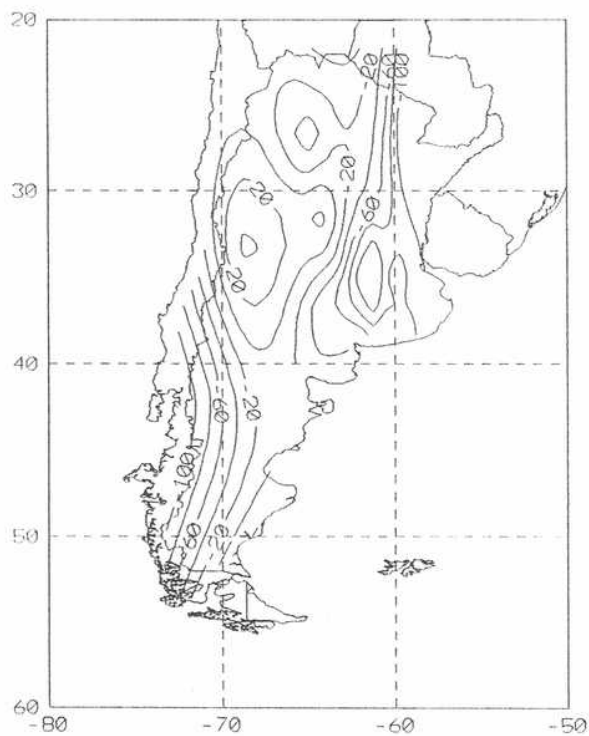


Fig. 4: Desvíos medios mensuales de precipitación respecto a la normal, del período sept.-nov. de 1995.

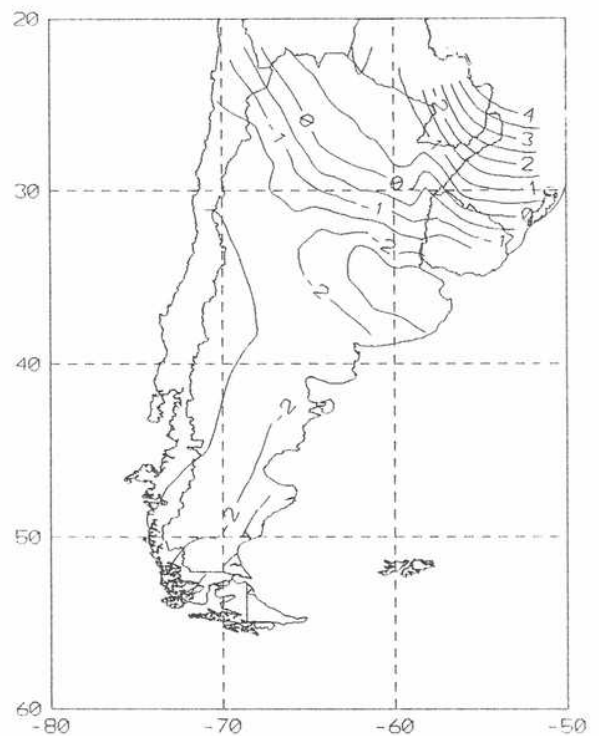


Fig. 5: Desvíos medios mensuales de temperatura mínima respecto a la normal, del período julio-agosto de 1995.

sequía fue la más severa desde 1961.

Es interesante destacar, que mientras gran parte del país recibió escasas precipitaciones, en la Patagonia se dieron precipitaciones níveas mayores a los valores normales, como por ejemplo en Bariloche con un total de 145 mm en el mes de julio. Esta particularidad se ve reflejada en la Tabla 1 donde se representa el número de días de precipitación nívea y los valores normales en el mes de julio (SMN,1995).

ESTACION	Nº días de precip. julio 1995	Nº días de precip. según la Normal
BARILOCHE	14	5
ESQUEL	15	5
SAN JULIAN	8	3
LAGO ARGENTINO	12	4
RIO GALLEGOS	7	3
RIO GRANDE	10	4
USUHAIA	19	8

TABLA 1: Frecuencia de días de precipitación nívea en julio de 1995 y sus correspondientes valores normales.

En lo que se refiere a la temperatura se puede decir, que en general 1995 se presentó de normal a frío. Las anomalías fueron negativas en todo el país en enero, febrero y julio.

En marzo los valores fueron normales en la zona de la sequía a excepción del este y sur de la provincia de Buenos Aires.

Abril fue normal. Mayo presentó un predominio de los desvíos positivos desde los 35°S hacia el sur, centro oeste y noroeste del país, en el resto del país los desvíos son negativos. Junio normal y negativo en el este de Buenos Aires y en la Patagonia.

En agosto predominaron los desvíos negativos a excepción del extremo NE del país donde la temperatura media resultó mayor que

la normal.

En septiembre comenzaron a predominar los desvíos positivos a excepción del SE de la provincia de Buenos Aires.

En octubre prevalecieron los valores negativos en la mitad oriental del territorio al norte de los 35°S, en la costa oriental bonaerense y el centro de la Patagonia. El resto es negativo.

Finalizó el año con anomalías positivas en noviembre y diciembre, época en que el período de sequía se debilita.

En la figura 5 se han representado los desvíos de los valores medios de la temperatura mínima de los meses julio y agosto, en los que se produjeron valores muy por debajo de los normales. En julio en Río Grande (Tierra del Fuego) de registró el récord de temperatura media mensual en el período que va de 1974 a 1995 de -9.9°C. Se desprende de esta figura que los meses (julio y agosto) de mayor sequía se han desarrollado en su mayor parte del área con temperaturas bajas.

1.2. Situación sinóptica asociada.

La descripción de la situación planetaria corresponde a la información del Climatic Diagnostics Bulletin, en tanto que para la situación sinóptica regional se tomaron los datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional.

a) Mayo:

En la escala planetaria este mes se mantuvo poco perturbado (Fig.6a).

En 500 hPa, el vórtice polar se presenta más fuerte que lo normal, ya que sobre la Antártida hay una anomalía de -200 mgp y el índice zonal de circulación entre 35 y 55°S es más elevado. Hay una fuerte onda 2 y debilmente superpuesta la onda 4. En 110°O y 75°E se hallan anomalías negativas intensas y otras más

suaves en 150°E y 40°O , mientras que las positivas se centran en 150°O , 75°O , 75°E y una débil ubicada en 100°E .

En el área regional se presenta en 500 hPa una anomalía positiva de 70 mgp en 40°S 73°O (Centro-Sur de Chile) que se verifica también con valores algo menores en 1000 hPa (Figs.7a) y 8a)).

Los análisis diarios (aquí no representados por razones de espacio) ponen en evidencia, una leve acción bloqueante durante la primera mitad de mayo, produciendo las anomalías en el Atlántico a lo largo de 25°O . Puede notarse una declinación de la depresión del noroeste argentino, así como de la componente norte del viento entre Paraguay- Bolivia y 35°S .

Esta situación presenta cierta similitud con la sequía ocurrida en 1962 (Malaka y Nuñez, 1980).

La carta de espesor 500/1000 hPa (Fig.9a)) revela anomalías positivas de temperatura sobre el continente en un eje que va de Bolivia a Tierra del Fuego; anomalías negativas en el Atlántico al este de Brasil (Bahía Santa Catalina y Río Grande do Sul). Esta configuración del espesor está asociada a un debilitamiento de los frentes en orientación normal (NO-SE) al este de 65°O .

La trayectoria de los anticiclones (Fig.10a)) en su mayoría se halla en latitudes normales (ver Capítulo I) salvo dos anticiclones demasiados australes en los últimos días del mes y algunos casos bloqueantes en el área de las islas Georgias del Sur. Todos los anticiclones en el continente se han alejado rápidamente hacia el Atlántico.

En cuanto a la trayectoria de los ciclones (Fig.11a)) llama la atención la total falta de entradas al continente desde el Pacífico entre 40 y 45°S , que normalmente ya son frecuentes en mayo (Norte F. A., 1989). Esta ausencia se manifiesta a través de la anomalía positiva citada anteriormente.

b) Junio:

En la circulación hemisférica se nota respecto al mes anterior, un descenso general del índice de circulación zonal de valores menores a la normal. Se presentan anomalías positivas entre 55 y 60°S y negativas entre 45 y 55°S (Fig.6b)). Se observa en este mes el predominio de la onda 3 estacionaria con anomalías positivas en 110°O (sudeste del Pacífico), 5°O (Océano Atlántico) y 110°E al sur de Australia, siendo la más fuerte la del sudeste del Pacífico a los 67°S con +195 mgp.

En el área regional en 500 hPa (Fig.7b)) se encuentra un intenso centro de anomalías negativas de 102 mgp en 50°S, 50°O altamente dominante de la circulación en junio.

En 1000 hPa (Fig.8b)) este centro se presenta en 55°S, 49°O con un valor de -55 mgp; al mismo tiempo se sitúa uno positivo de 110 mgp en 70°S, 110°O, iniciándose a consecuencia de ello un notable transporte de masas antárticas hacia el sur del continente. Desde el Paraguay hasta el sur del Brasil se encuentra una leve anomalía positiva.

Las anomalías 500/1000 hPa (Fig.9b)) señalan un centro negativo de -72 mgp en 57°S, 118°O enlazado con otro de -53 mgp en 46°S, 51°O; una intensa anomalía positiva en el mar de Weddel y otra de menor importancia en el Pacífico Subtropical.

Los anticiclones (Fig.10b)) muestran una preferente situación semiestacionaria en el SE del Pacífico y en su trayectoria una fuerte componente S-N sobre el continente. Tres de los anticiclones han mantenido su intensidad en el Océano Atlántico en latitudes normales. Las trayectorias de los ciclones (Fig.11b)) muestran la entrada de los sistemas desde el Pacífico, más al norte que en mayo y señalan la presencia de una vaguada de onda larga en alrededor de los 60°O.

No hubo ninguna ciclogénesis en el área litoral argentino-sur del Brasil.

c) Julio:

En el Hemisferio Sur el índice de circulación zonal se halla aun más bajo que en junio (Fig.6c)); todo el círculo de latitud de 60°S denota anomalía positiva en 500 hPa. Continúa el predominio de la onda 3, aunque algo menos pronunciada que en junio, ya que las anomalías positivas entre 60° y 75°S y las negativas cerca de 50°S se hallan zonalmente enlazadas. Los centros de anomalías se presentan más intensos y algo desplazados hacia el oeste respecto al mes anterior. El centro positivo más intenso continúa en el SE del Pacífico, con un valor de 260 mgp en este mes.

En la región sudamericana la circulación en 500 hPa (Fig.7c)) está influenciada por los mismos centros que en junio, pero bastante más intensos. El centro negativo se halla ahora en $53^{\circ}\text{S}, 55^{\circ}\text{O}$ con 188 mgp y el positivo en $52^{\circ}\text{S}, 110^{\circ}\text{O}$ con 150 mgp. Con respecto a junio es destacable la aparición de un centro positivo en el Atlántico en 30°S y el cambio de orientación de las isolíneas en la zona central de Argentina y en el Atlántico.

En 1000 hPa (Fig.8c)) el centro negativo se halla en $53^{\circ}\text{S}, 59^{\circ}\text{O}$ con 102 mgp y el positivo en $51^{\circ}\text{S}, 104^{\circ}\text{O}$ con 132 mgp. Entre ambos existe una componente del viento sur de 11 m/s que transporta aire antártico sobre el continente hasta aproximadamente Bahía Blanca-sur de Mendoza. Sobre el centro-este de la Argentina y este de la provincia de Buenos Aires, se intensifica el flujo del sector norte.

La carta de espesor 500/1000 hPa (Fig.9c)) muestra el núcleo frío situado sobre el sur de Chile y una intensa disminución del campo baroclínico entre 50 y 70°s donde normalmente se encuentra el frente antártico en este mes. Además es notable (en contraste con los dos meses anteriores) un intenso campo baroclínico entre 30 y 40°S sobre la Argentina, proclive a intensificar frentes o mostrando una preferente posición frontal cerca del Río de la Plata.

La trayectoria de los principales anticiclones (Fig.10c)) denota claramente la acción bloqueante en el SE del Pacífico.

Solamente un anticiclón traspasa al continente en latitudes normales para el invierno.

Los ciclones (Fig.11c)) no transitan latitudes normales en el Pacífico, apareciendo la gran mayoría desde el sur (Mar de Bellinghausen) y fuertemente influenciados por una vaguada de onda larga entre 60 y 70°O.

d) Agosto:

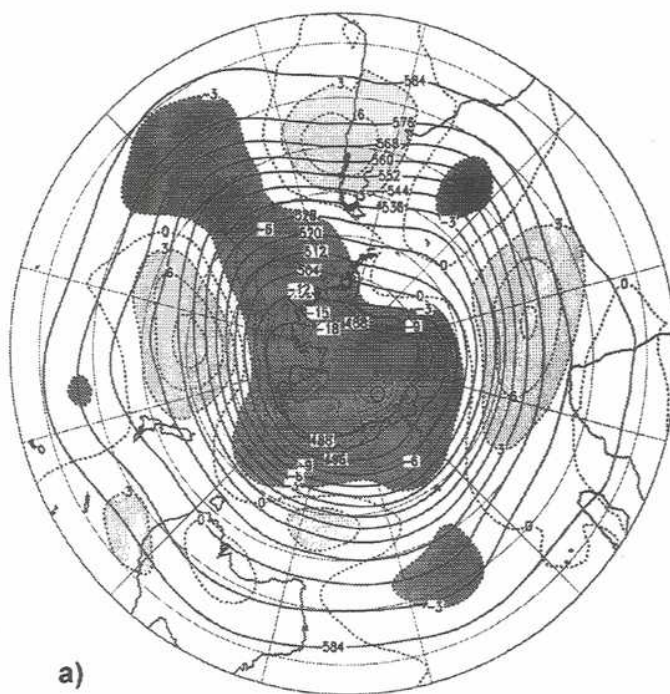
Aun cuando el índice zonal de la circulación ha aumetado respecto de julio (Fig.6d)), la circulación en el Hemisferio Sur continúa fuertemente perturbada. Prevalece la onda 3, los centros de anomalía negativa se hallan entre 45 y 50°S y los positivos entre 65 y 70°S. Los mínimos se encuentran en 10°O, 100°E y 160°O y los máximos en 40°E, 160°E y 105°O.

En el área regional en 500 hPa (Fig.7d)) existe una extensa zona de anomalías negativas que se extiende desde 20°S, 100°O hasta 50°S, 20°E donde se halla el centro con -110 mgp; persiste la anomalía positiva en el SE del Pacífico en 58°S, 105°O con 110 mgp.

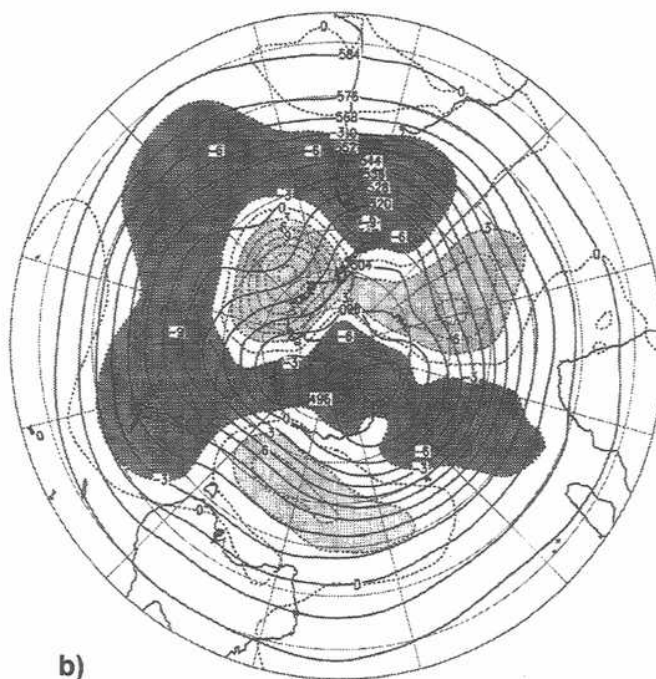
En 1000 hPa (Fig.8d)) la anomalía negativa se sitúa en una latitud similar a 500 hPa pero desplazada hacia el este y limitada hacia al oeste en el continente. El centro positivo de 120 mgp se halla en 65°S, 100°O y un intenso flujo del SE se extiende desde la Antártida hacia el SE del Pacífico.

En la carta de espesor (Fig.9d)) se advierte la presencia de una anomalía fría frente a las costas chilenas en 37°S. Continúa la fuerte intensificación del campo baroclínico orientado en la dirección NO-SE sobre el centro-noreste de Argentina, Uruguay, Paraguay y sur de Brasil, desviado hacia el NE respecto al mes anterior, indicando la posición frontal preferente desde el norte del litoral hacia el sur de Brasil (Río Grande do Sul).

Uno de los principales anticiclones surge en el mar de Weddel (Fig.10d)) y su trayectoria S-N alcanza a Córdoba para luego

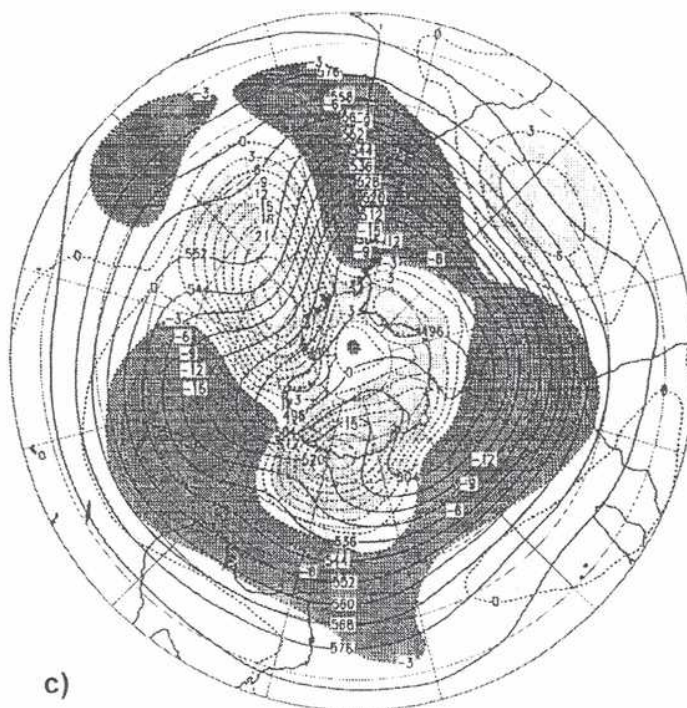


a)

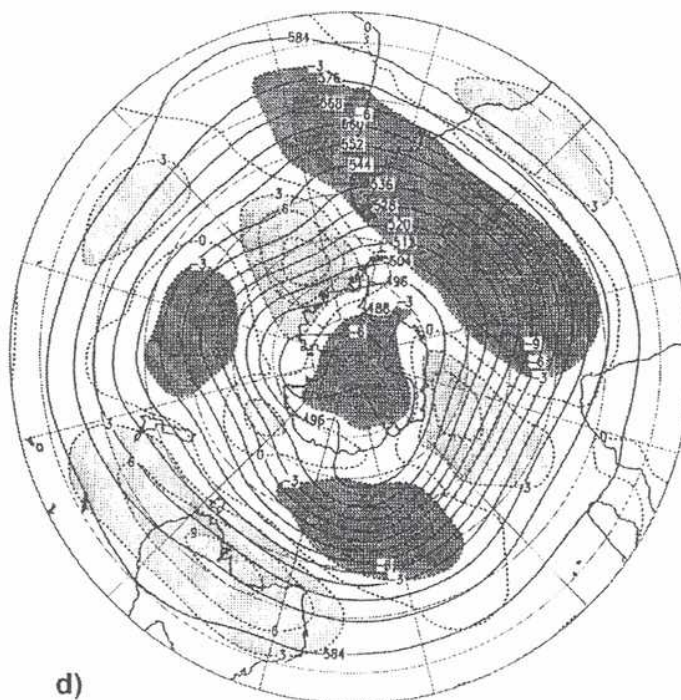


b)

Fig. 6: Valores medios (c/8 dam, trazo entero) y anomalías de altura geopotencial (c/3 dam, trazo cortado, y zonas sombreadas oscuras con valores < -3 dam y más claras con valores > 3 dam) en 500 hPa del Hemisferio Sur en: a) Mayo, b) Junio, c) Julio y d) Agosto de 1995. CLIMATIC DIAGNOSTICS BULLETIN.

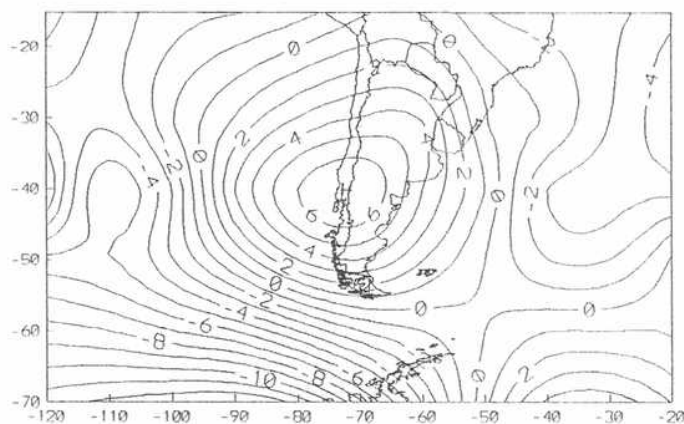


c)

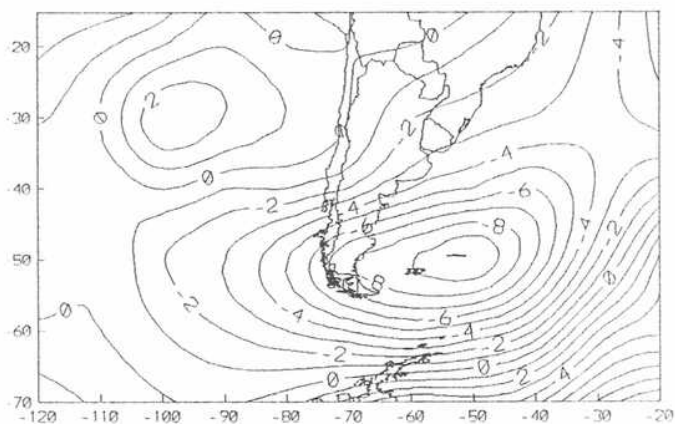


d)

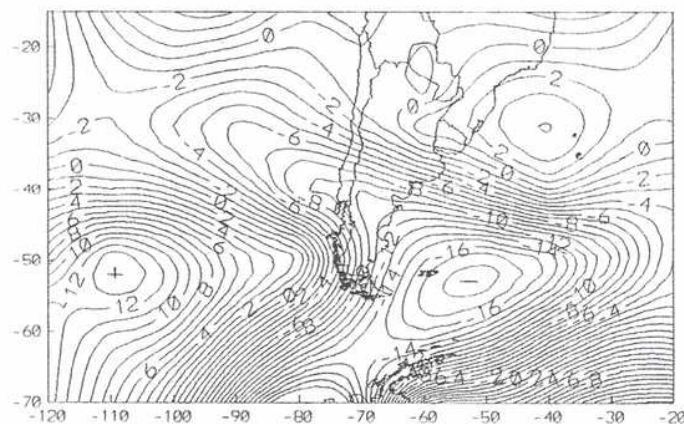
Fig.6: Continuación



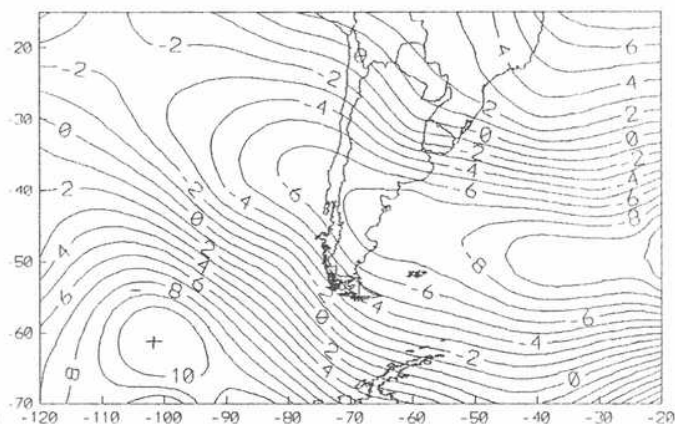
a)



b)



c)



d)

Fig. 7: Anomalías medias mensuales de altura (dam) en 500 hPa en: a) Mayo, b) Junio, c) Julio y d) Agosto.

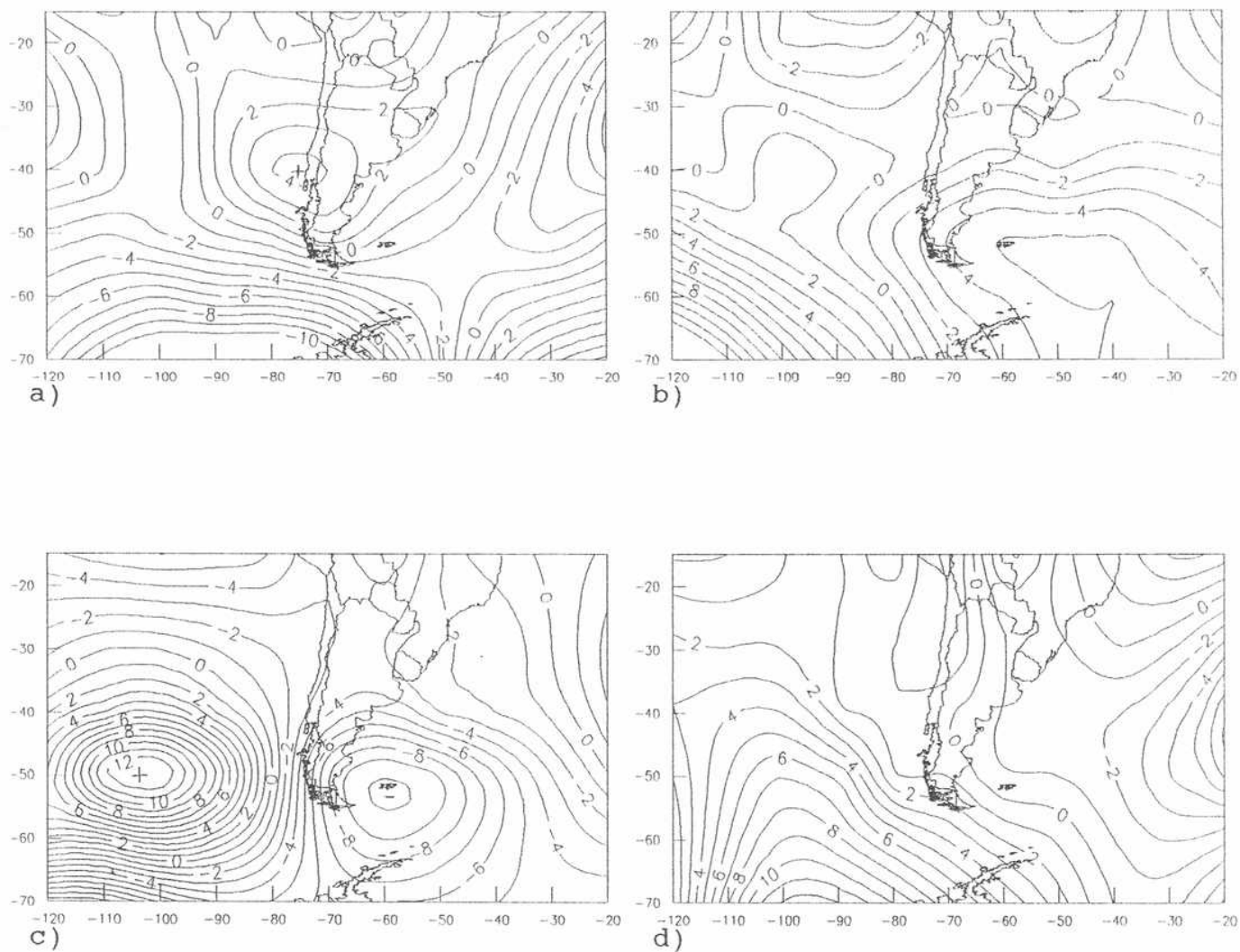


Fig. 8: Anomalías medias mensuales de altura (dam) en 1000 hPa en: a) Mayo, b) Junio, c) Julio y d) Agosto.

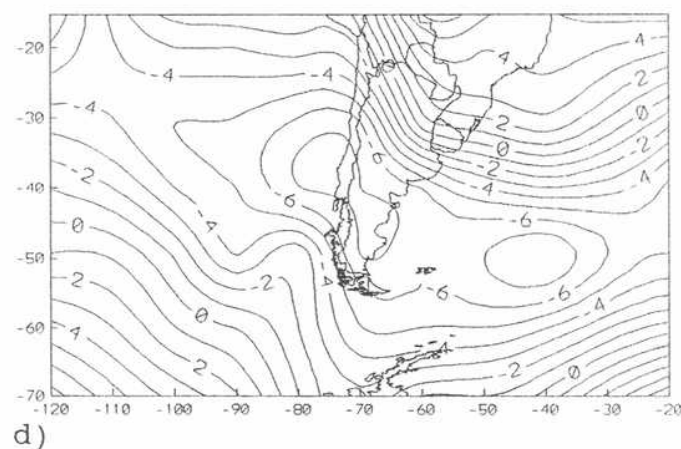
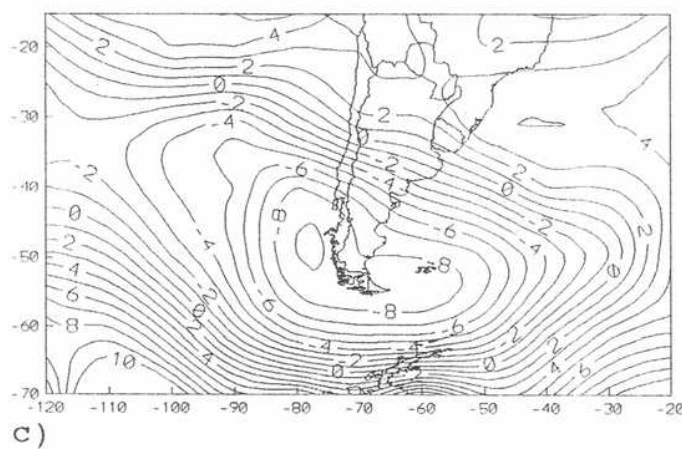
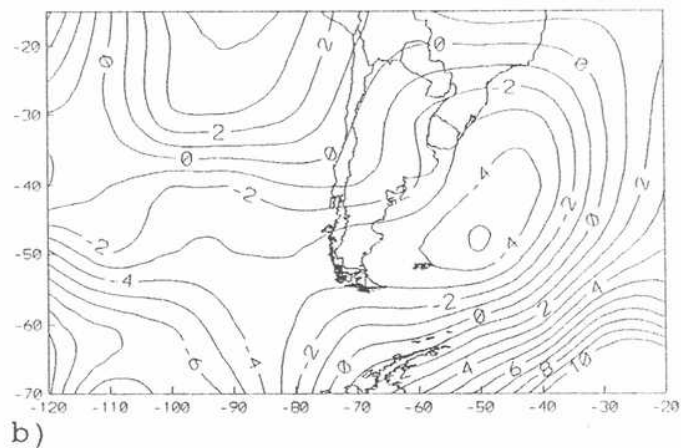
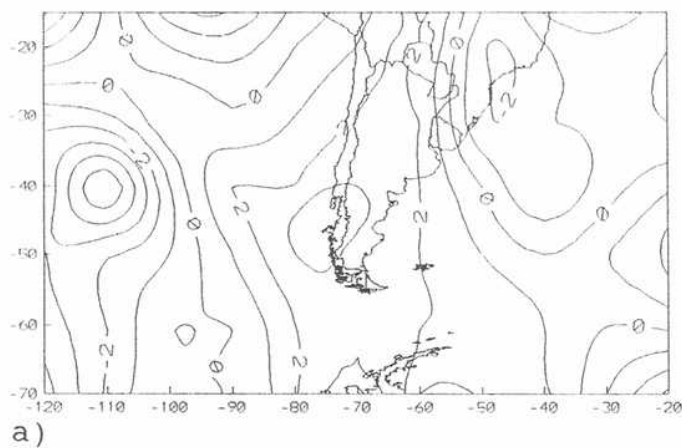


Fig.9: Anomalías medias mensuales (dam) del espesor 500/1000 hPa en:a) Mayo,b) Junio c) Julio y d) Agosto.

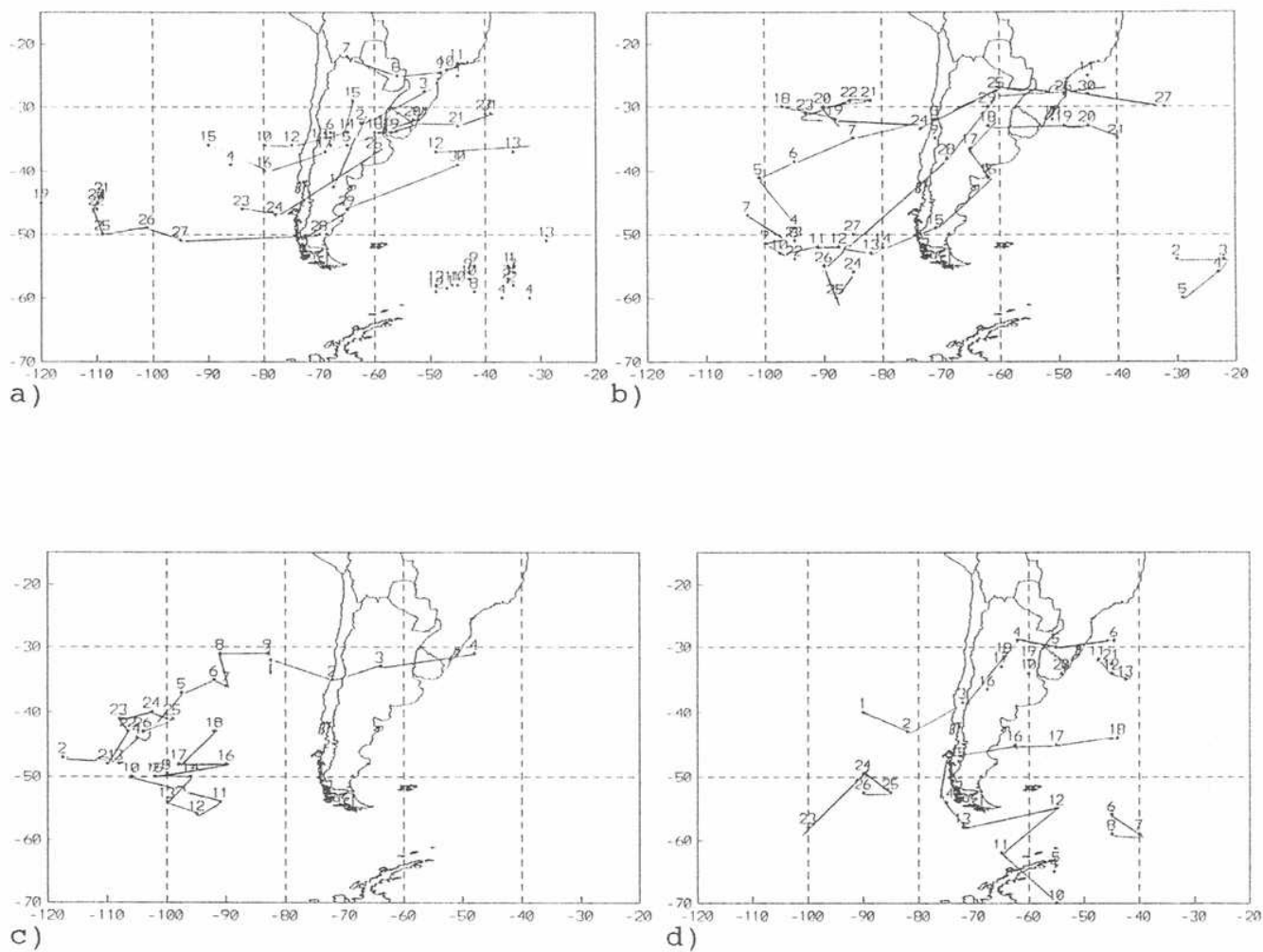


Fig. 10: Trayectoria de anticiclones durante: a) Mayo, b) Junio, c) Julio y d) Agosto.

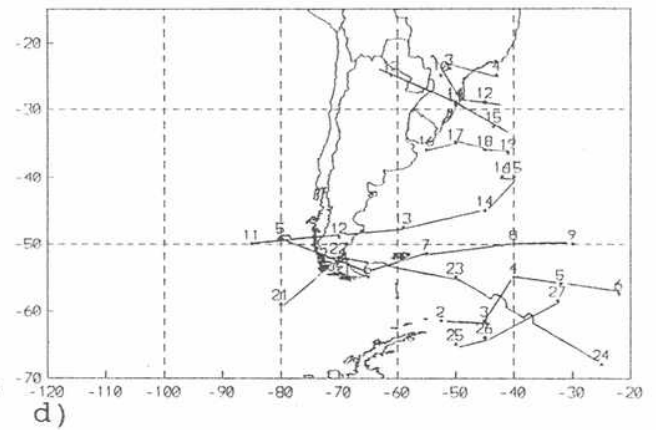
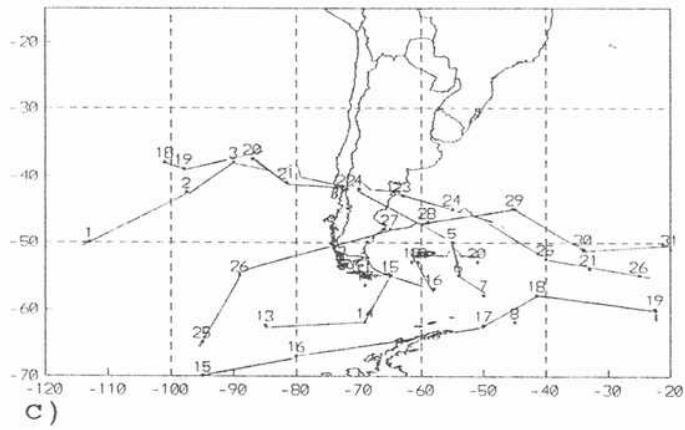
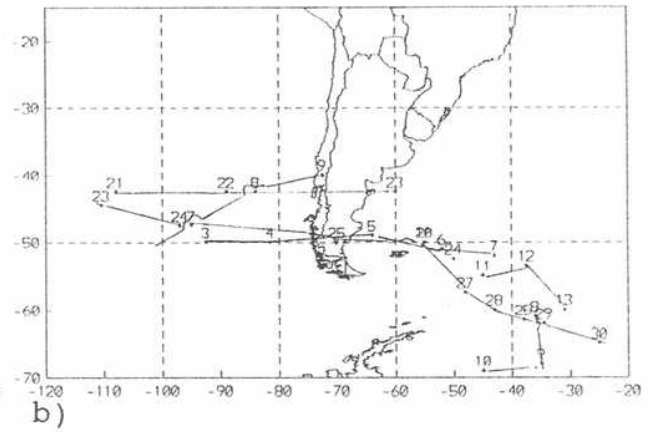
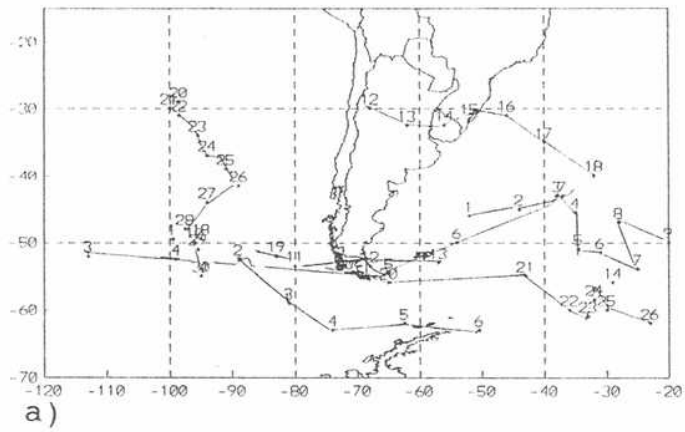


Fig. 11: Trayectoria de ciclones durante: a) Mayo, b) Junio, c) Julio y d) Agosto.

continuar hacia el este. Las temperaturas muy bajas asociadas a este anticiclón, reflejan una situación sinóptica similar a la ocurrida en junio de 1967, como ha sido analizada por Scian (1970).

En el SE del Pacífico se observan vestigios del bloqueo persistente de los meses anteriores.

La mayoría de los ciclones (Fig.11d)) se desplazan en latitudes normales, aunque se destaca la falta de trayectorias en el océano Pacífico al norte de 45°S. En contraste con los meses previos se produjeron ciclogénesis en el área norte del Litoral, sur de Brasil y Río de la Plata.

1.3 Anomalías persistentes de la circulación atmosférica durante los meses de mayo a agosto de 1995.

En cada uno de los meses previamente analizados, la causa de la falta de precipitaciones parece ser bastante diferente.

Así en mayo en 1000 hPa, hay una componente anómala del SE en el viento desde 35°S al norte, que provoca una disminución de aporte de humedad desde el norte. Además se observa un debilitamiento de los frentes al este de 65°O.

En cambio en junio el aporte desde el norte parece normal o aun algo aumentado pero es intensa la advección de vorticidad térmica anticiclónica desde 40°S al norte.

En julio hay una componente anómala del norte en el viento hasta el sur de Córdoba y el NE de Buenos Aires y un campo baroclínico que muestra una preferente posición frontal en la zona del Río de la Plata, pero una prevalente advección de vorticidad anticiclónica en 500 hPa desactivó los frentes mencionados.

Finalmente en agosto la posición frontal preferente se halla en el norte del litoral hacia la zona de Río grande do Sul y el aumento de viento norte ha quedado limitado a los 30°S y 60°O permaneciendo en el resto del país componente anomála del sur y

advección de aire frío.

Durante los meses junio, julio y agosto, la circulación hemisférica se hallaba intensamente perturbada, situación que se insinúa en mayo y desaparece por completo en septiembre.

Durante los cuatro meses considerados el índice de oscilación del Sur no muestra anomalías significativas, con una leve tendencia a ir de un período Niño a uno Antiniño. La temperatura del mar en el océano Pacífico ecuatorial (entre 5°N y 5°S) desde las costas americanas hasta 130°O se mantuvo levemente por debajo de lo normal y la componente zonal del viento en 850 hPa más intensa del este en 1 m/s; puede concluirse que la fuerte perturbación de los oestes no se hallaba asociada a condiciones extremas del Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

Con el fin de encontrar rasgos comunes durante los cuatro meses de sequía, se han determinado las anomalías de circulación media para el período mayo a agosto.

En 500 hPa (Fig.12a)) se observa una anomalía negativa de aproximadamente 92 mgp en 51°S, 58°O al NE de las Islas Malvinas y una anomalía positiva de 40 mgp en 53°S, 110°O en el SE del Océano Pacífico. A este último signo corresponden el borde de la Antártida y la región ubicada al norte de aproximadamente los 35°S.

En 1000 hPa (Fig.12b)) los dos centros principales mencionados se encuentran en 55°S, 55°O con -45 mgp y el positivo con 50 mgp en 50°S, 103°O, casi en la misma posición que en 500 hPa, señalando condiciones barotrópicas en aquellas latitudes. Entre estos dos centros hay una componente anómala de viento sur de 6 m/s entre 1000 y 500 hPa.

Las anomalías de espesor 500/1000 hPa (Fig.13) revelan una amplia franja negativa casi zonalmente dispuesta entre 40 y 50°S, con dos centros uno en el Atlántico (50°S, 52°O) y otro en la provincia de Santa Cruz.

En esta zona la temperatura media entre 1000 y 500 hPa tiene una anomalía de unos -2°C. Hay anomalías positivas al norte de

aproximadamente 35°S. Entre 30 y 40°S y orientado de ONO a ESE se verifica un aumento de la baroclinicidad, indicando una mayor persistencia ó intensidad del frente polar en esta zona.

MESES	Z	ΔZ	R	ΔR
MAYO	165.5	+35.0	+37.8	+20.0
JUNIO	190.0	+55.0	+56.1	+30.0
JULIO	213.0	+65.0	+25.3	+40.0
AGOSTO	135.0	+15.0	+51.3	+40.0
PROMEDIO	178.0	+35.0	+42.3	+35.0

TABLA 2: Valores medios de los índices y sus desvíos en 1000 hPa.

En el borde de la Antártida hay una anomalía positiva de 40 mgp y una fuerte disminución de la baroclinicidad entre 55 y 70°S donde normalmente se encuentra el frente antártico en invierno. En la Tabla 2 se transcriben los valores de los índices zonal y meridional en 1000 hPa durante este período de sequía.

Puede verse que la sequía estuvo asociada a un aumento anómalo de los vientos del oeste entre 35 y 55°S y una preponderancia anómala del anticiclón del Pacífico ó debilitamiento del Atlántico.

Las figuras 12b) y 13 señalan una advección anómala de aire frío, que abarca desde Santa Cruz hasta una línea que une Mar del Plata con Salta. Dicha advección de aire frío ha debido ser compensada por un movimiento de subsidencia mayor que lo normal, asociada también a una anómala confluencia en 500 hPa que cruza al continente entre 30 y 40°S.

Dado que las líneas de espesor promedio de cuatro meses son fijas, puede calcularse el movimiento vertical a partir de:

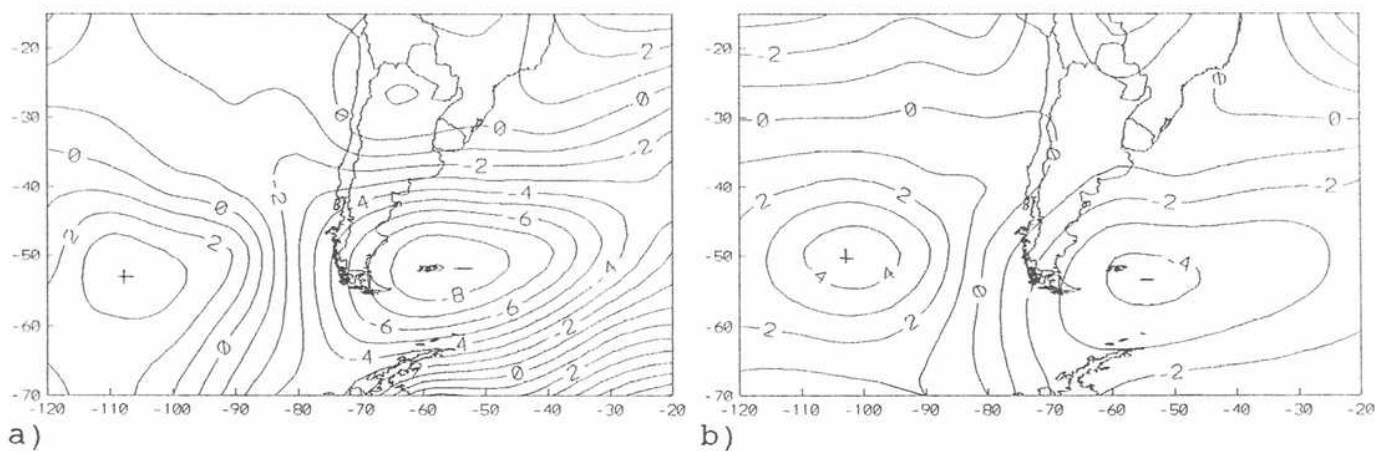


Fig.12: Anomalías medias de altura (dam) de mayo a agosto en: a)500 hPa y b)1000 hPa.

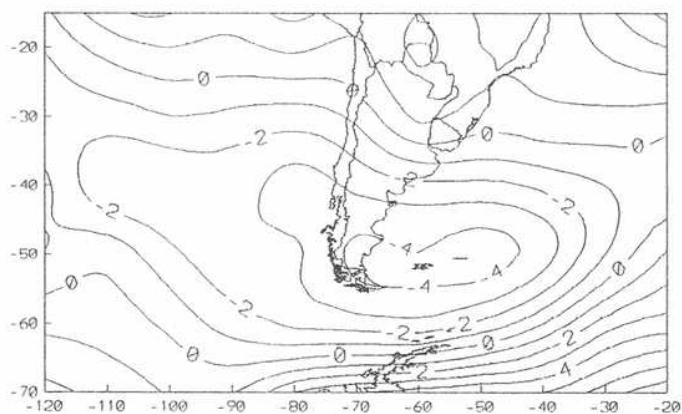


Fig. 13: Anomalías medias (dam) de mayo a agosto del espesor 500/1000 hPa.

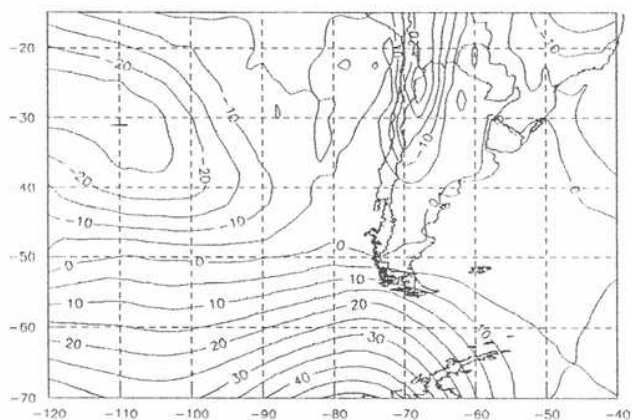


Fig. 14: Campo medio de anomalías de altura (m) en 1000 hPa en el verano 1982-1983.

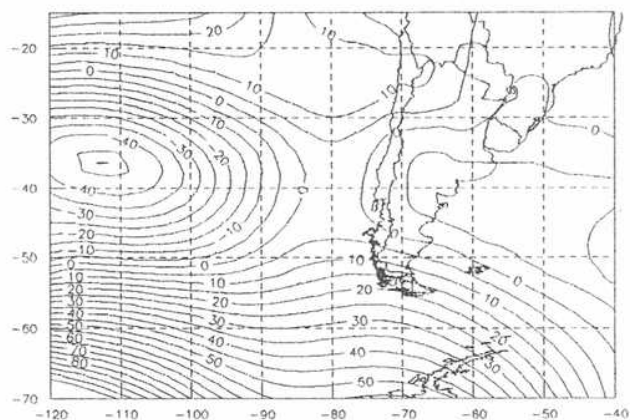


Fig.15 : Campo medio de anomalías de altura (m) en 500 hPa en el verano 1982-1983.

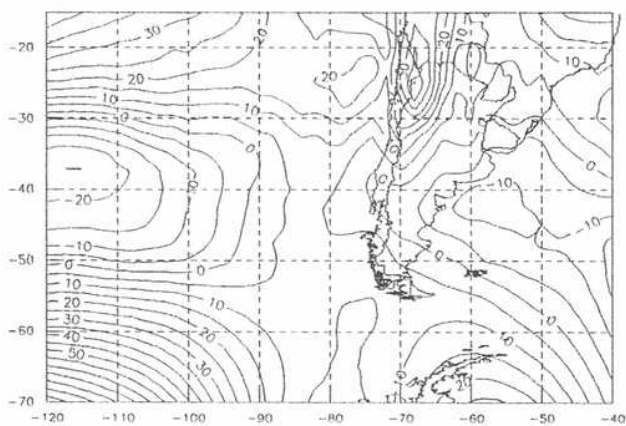


Fig.16: Campo de medio de anomalías del espesor (m) 500/1000 hPa en el verano 1982-1983.

$$\bar{W} = (\overline{V \cdot \nabla T} + (1/C_p) (dQ/dt)) / (\gamma_d - \gamma)$$

Donde W es el movimiento vertical medio entre 500 y 1000 hPa, $\overline{V \cdot \nabla T}$ es la advección horizontal de temperatura media entre los mismos niveles, dQ/dt la transferencia de calor y $\gamma_d - \gamma$ la diferencia media entre el gradiente adiabático seco y el observado.

Se supone un gradiente vertical de $\gamma = 0.7^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ y viento geostrófico.

Para evaluar la incidencia de una transferencia anómala de calor, se toman los valores indicados por Quiming et al, (1987) y una disminución de la nubosidad en la región de la Pampa de 2/8 debido a la subsidencia señalada. Se llega a un descenso adicional de temperatura de -0.24°C por día. Se obtiene en $37^\circ\text{S}, 65^\circ\text{O}$ una anomalía en el movimiento vertical de $W = -0.25 \text{ cm/s}$ (-216 m por día) como promedio entre 500 y 1000 hPa y de los cuatro meses de sequía. Esta persistente subsidencia anómala asociada a la falta de precipitación ha sido causada por una perturbación intensa y estacionaria en la circulación hemisférica con una situación bloqueante al sur del continente Americano.

Al norte de la zona de advección de aire frío, la región fue afectada por una persistente advección de vorticidad anticiclónica en 500 hPa, contraria a la ocurrencia de precipitación (Ruiz y Vargas, 1994).

2. INUNDACION DEL VERANO 1982-1983

Durante el verano 1982-83 se registraron extraordinarias precipitaciones que dieron lugar al desborde de los ríos de la Cuenca del Plata, afectando social y económicamente a la región involucrada con esta última.

Se analiza la situación sinóptica asociada a este fenómeno, caracterizado por una situación de Niño intenso. Se desea además encontrar los rasgos principales de la circulación atmosférica media de todo el período asociada a las lluvias observadas.

Se utilizaron los análisis diarios de 12 UTC del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo y los datos de precipitación del Servicio Meteorológico Nacional.

En las secciones 2.1 y 2.2 se hace una descripción de las precipitaciones en el período considerado; en las secciones 2.3 y 2.4 se describen las situaciones sinópticas del promedio de los meses de noviembre a diciembre de 1982 y de enero a marzo de 1983, así también como de cada uno de ellos en forma individual.

2.1. Descripción general de las precipitaciones.

Las precipitaciones se han distribuido irregularmente durante los meses considerados.

Noviembre de 1982 y febrero de 1983 presentaron los valores extremos del período considerado en el noreste argentino, sur de Brasil y Paraguay. Con valores de anomalías positivas de precipitación tales como 380 mm en Posadas ($27.22^{\circ}\text{S}, 55.58^{\circ}\text{O}$) y 379 mm en Puerto Iguazú ($25.44^{\circ}\text{S}, 54.28^{\circ}\text{O}$) en noviembre y 307 mm en Posadas y 337 mm en Bagé ($31.2^{\circ}\text{S}, 54.6^{\circ}\text{O}$) en febrero.

El norte y centro del Paraguay se vio también afectado por una anomalía positiva de 319 mm (Puerto Casado ($22.17^{\circ}, 57.52^{\circ}\text{O}$)) en diciembre, de 194 mm en marzo y de 157 mm en enero.

La inspección de las lluvias diarias muestra que se han

registrado cantidades extraordinarias en determinados días sobre las distintas estaciones meteorológicas, lo que corresponde a eventos convectivos complejos de mesoescala, típicos para la estación del año considerada, como los complejos mesoconvectivos del 30 de noviembre y 23 de diciembre de 1982, descritos por Velasco (1994).

Tales fenómenos convectivos, desarrollados dentro de una masa de aire inestable, son generados por débiles perturbaciones sinópticas, que no alteran mayormente las anomalías en 500 y 1000 hPa citadas posteriormente.

De la magnitud de las lluvias dan cuenta las alturas de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay, que han superado los niveles críticos durante meses.

Puntos sobre los dos primeros ríos, tales como Formosa y Puerto Iguazú han sobrepasado estas marcas durante todo el período, Rosario a partir de diciembre; otros situados sobre el Uruguay como Santo Tomé y Concordia lo han hecho solo en el mes de noviembre.

En la tabla 3 se dan las alturas críticas y las fechas de máxima altitud en el periodo mencionado, de algunas de las estaciones que se han visto afectadas, alturas que constituyen las segundas más altas del siglo.

ESTACION (Lat.S ,Long.O)	Hc(m)	Hm(m)	fecha
IGUAZU (22.44°,54.28°)	20.0	34.20	06/03/83
FORMOSA (26.12°,58.14°)	7.0	9.00	17/12/82
ROSARIO (32.55°,60.47°)	4.0	6.15	23/03/83
STO TOME (28.32°,56.07°)	11.0	11.90	11/11/82
CONCORDIA(31.18°,58.01°)	12.0	13.85	20/11/82

TABLA 3: Alturas críticas Hc y máximas Hm alcanzadas en el periodo noviembre 82-marzo 83.

Por otra parte, no sólo las precipitaciones se han distribuido irregularmente durante el verano 82-83, sino también las características generales de la circulación atmosférica han sufrido cambios notables mes a mes.

2.2. Rasgos persistentes de la circulación atmosférica.

Con el fin de detectar los rasgos comunes de los cinco meses considerados se han analizado los mapas medios para todo el período en conjunto.

En las figuras 14 y 15 se muestran los campos de las anomalías respecto al promedio 1980-1988.

En 1000 hPa (figura 14), se observan anomalías positivas crecientes desde 50°S hacia el sur, señalando una menor actividad ciclónica en la vaguada subpolar.

En forma opuesta se detecta un centro de anomalías negativas en el Océano Pacífico en 30°S y 110°O, situado en latitudes normalmente abarcadas por el anticiclón subtropical del Pacífico.

Al norte de 30°S los alisios en el Océano Pacífico se encuentran debilitados, característica generalmente asociada a condiciones Niño detalladas por Philander (1990).

Sobre el territorio argentino se sitúa un centro negativo en el noroeste, asociado a una intensificación de la depresión del Noroeste Argentino, con un aumento del flujo con componente norte hasta el norte de la Patagonia. En el litoral Fluvial Argentino se manifiesta solo un leve aumento de vientos del este y noreste.

En la figura 15 se analiza 500 hPa, en este nivel la anomalía positiva en el sur muestra una disminución de los oestes a partir de unos 35°S en el Pacífico y 45°S en el Atlántico.

El centro negativo en el Pacífico se encuentra notablemente intensificado respecto a 1000 hPa en 35°S y 112°O.

Se manifiesta un fuerte aumento de los oestes al norte de aquella latitud, el que se prolonga hacia el este y se va

debilitando al cruzar a la Argentina al norte de 40°S .

Es así probable que la corriente en chorro se halla subdividida en este caso en dos ramas, una en 35°S y otra debilitada en 55°S , cuando según Fernandez y Necco (1982) en verano normalmente cruza la Patagonia en 50°S .

En la figura 16 se muestra el campo de anomalías en el espesor 500/1000 hPa. En ella se encuentra una anomalía positiva notable en 70°S y 120°O aproximadamente, situada al sur de una anomalía negativa en 38°S y 115°O , este conjunto de anomalías denota una acción bloqueante en el Pacífico en esas longitudes.

Otras anomalías negativas abarcan Atlántico entre 42° y 48°S , afectando también el nordeste de la Patagonia.

Sobre el noroeste de la Argentina se observa un importante centro positivo, concordante con la intensificación de la depresión del Noroeste Argentino, como fue estudiado por Lichtenstein (1981).

En general puede decirse que la baroclinicidad sufrió una disminución sobre la Patagonia a partir de unos 42°S y un aumento desde esta latitud hacia el norte hasta más allá de los 20°S .

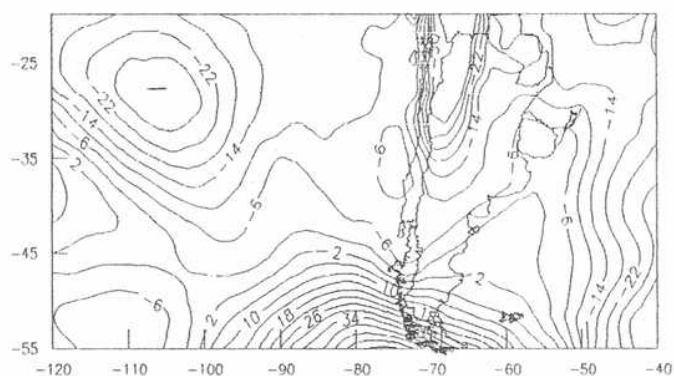
Es entonces probable un aumento de situaciones frontales alrededor de los 30°S .

2.3. Descripción de la situación sinóptica en los meses considerados.

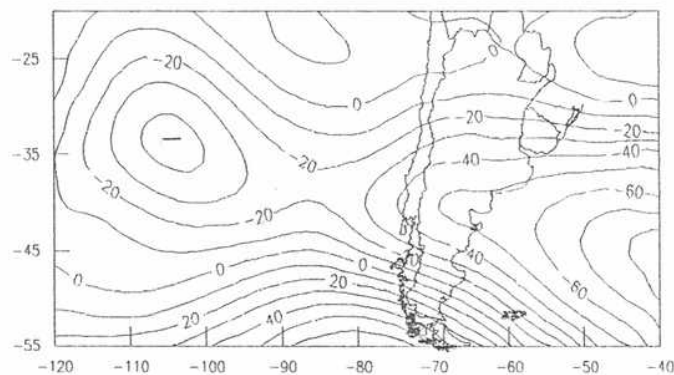
a) Noviembre de 1982:

En la figura 17 a), b) y c) se detallan las anomalías respecto del promedio mensual 1980-1988, de 1000, 500 y 500/1000 hPa.

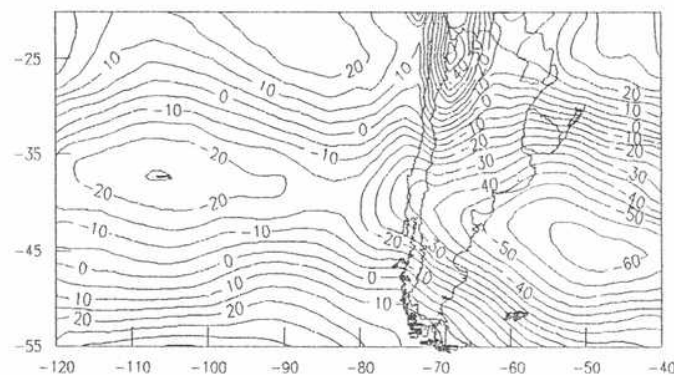
En este mes, el campo baroclínico se halla más corrido al norte sobre la Argentina y el sur de Brasil. El frente polar, normalmente situado en esta época del año en 35°S se halla alrededor de los 25°S , desarrollándose una serie de circula-



a)



b)



c)

Fig. 17: Campo de anomalías de altura de noviembre de 1982 en: a) 1000 hPa, b) 500 hPa y c) 500/1000 hPa.

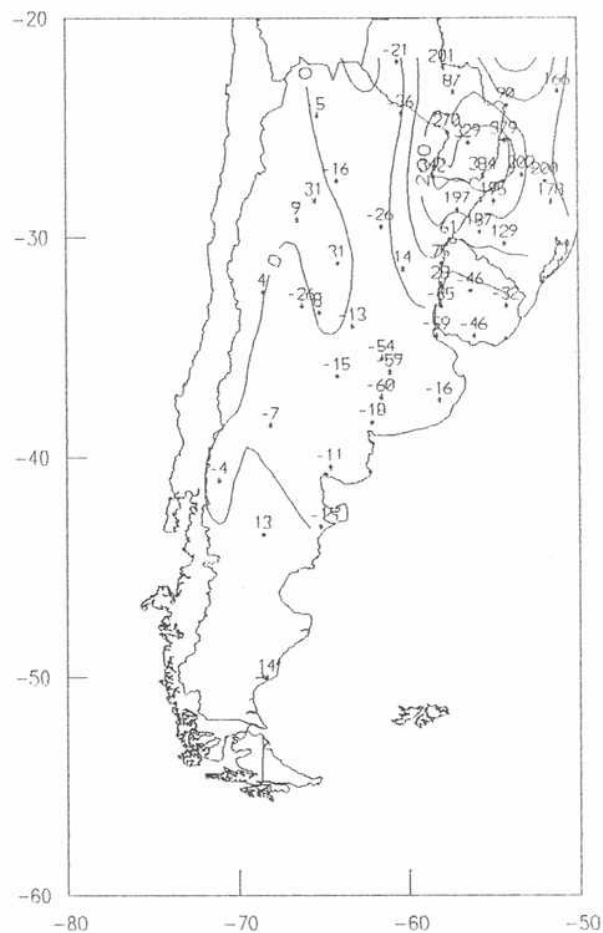


Fig. 18: Anomalías de precipitación de noviembre de 1982.

ciones débiles ciclónicas alrededor del mismo, coincidentes con las torrenciales lluvias que afectaron desde el norte de Entre Ríos hacia el Noreste y fundamentalmente a Misiones (539 mm), Paraguay y sur de Brasil, como puede observarse en la figura 18. En ella se han representado las anomalías de precipitación del mes de noviembre respecto a la normal 61/90, donde además se percibe un déficit de precipitación en Uruguay y en el oeste la provincia de Buenos Aires mayor que en el resto del territorio argentino.

b) Diciembre de 1982:

En la figura 19 a), b) y c) se muestran las anomalías correspondientes a diciembre. Llama aquí la atención, la gran profundización de la depresión del Noroeste Argentino con una intensificación del viento norte que alcanza hasta 38°S aproximadamente. La baroclinicidad y en correspondencia el frente polar muestran ahora una posición normal, algo debilitado y con menor intensidad del flujo del oeste en 500 hPa.

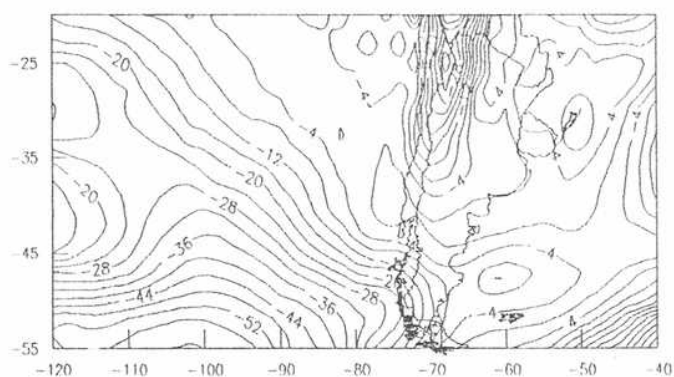
Las lluvias intensas (Fig. 20) se presentan ahora en el NE del Paraguay y el sudeste de Brasil con un máximo secundario en el centro norte argentino. El resto del territorio, incluida la Mesopotamia y Uruguay presentan valores negativos. Alcanzando a -105 mm, en Guaira ($24,05^{\circ}\text{S}$, $54,15^{\circ}\text{O}$).

c) Enero de 1983:

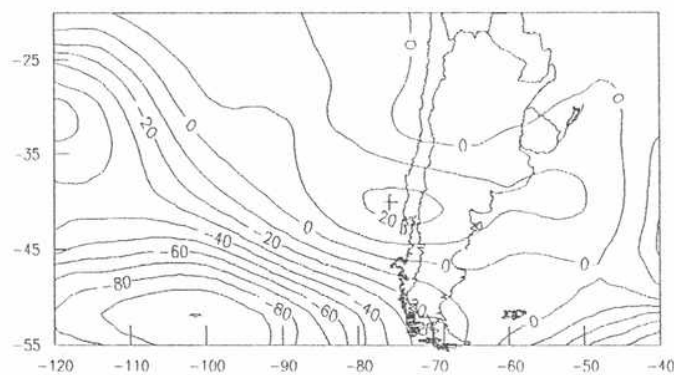
Se representa en la figura 21 a) b) y c) las anomalías del mes de enero.

La zona frontal se ve aumentada en su intensidad, y al norte de los 35°S , que es su posición normal según Necco (1984).

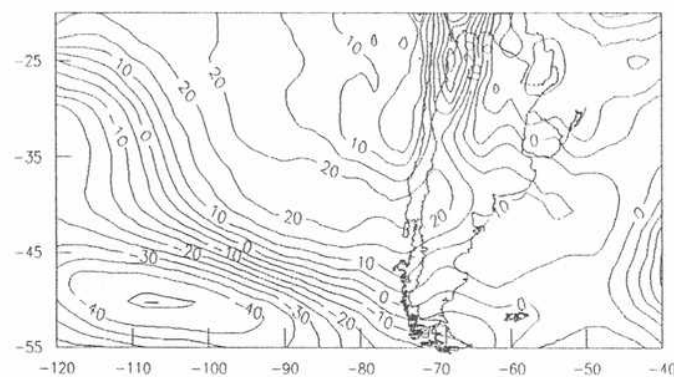
Se destaca la baja presión en superficie, que ocupa una región que se extiende desde Chile en 35°S , cruza la Argentina, el Uruguay y se extiende en el sur de Brasil.



a)



b)



c)

Fig. 19: Campo de anomalías de altura de diciembre de 1982 en: a) 1000 hPa, b) 500 hPa y c) 500/1000 hPa.

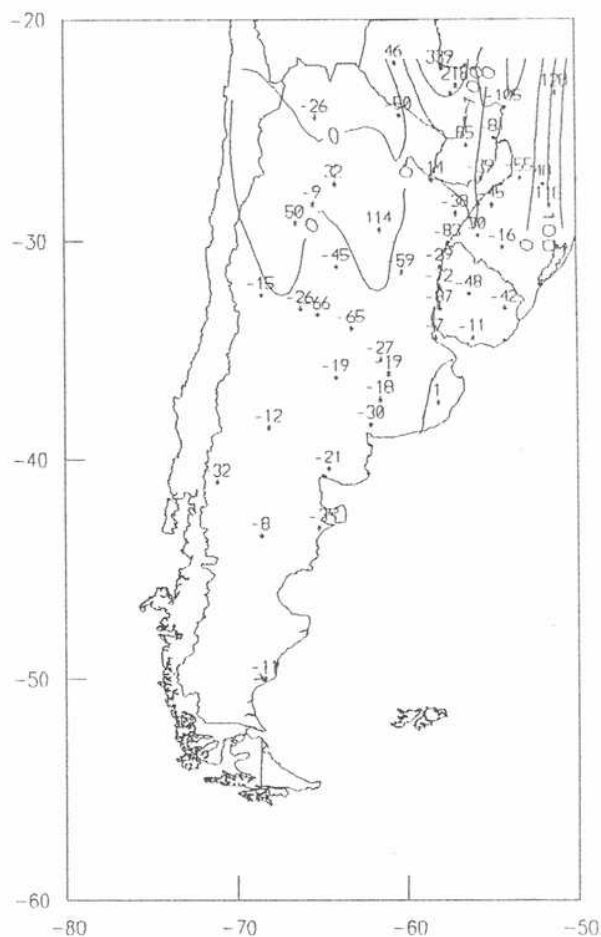
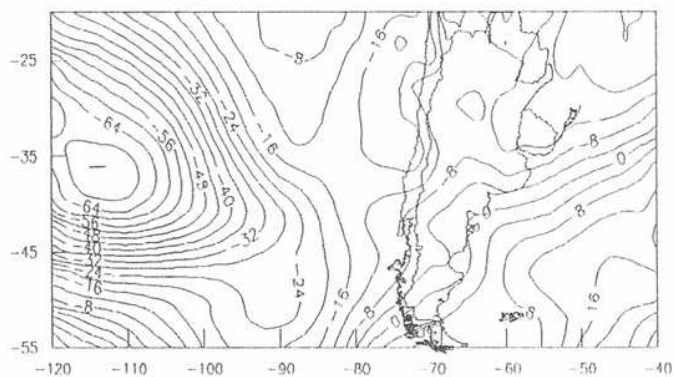
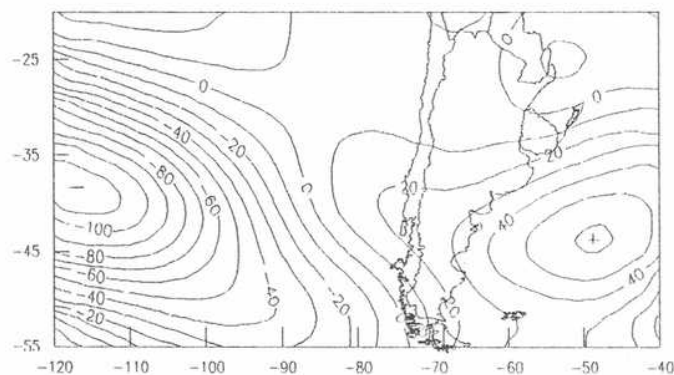


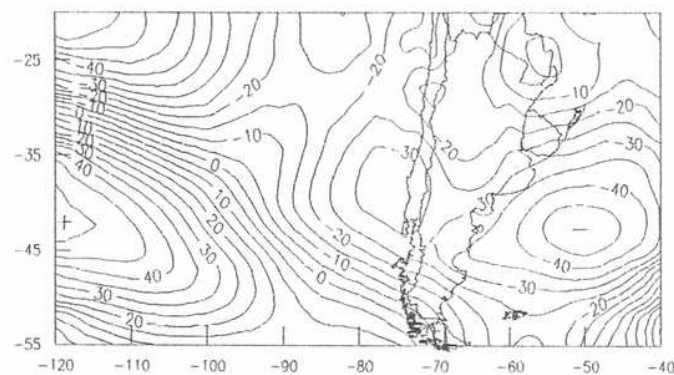
Fig.20: Anomalías de precipitación de diciembre de 1982.



a)



b)



c)

Fig. 21: Campo de anomalías de altura de enero de 1983 en: a) 1000 hPa, b) 500 hPa y c) 500/1000 hPa.

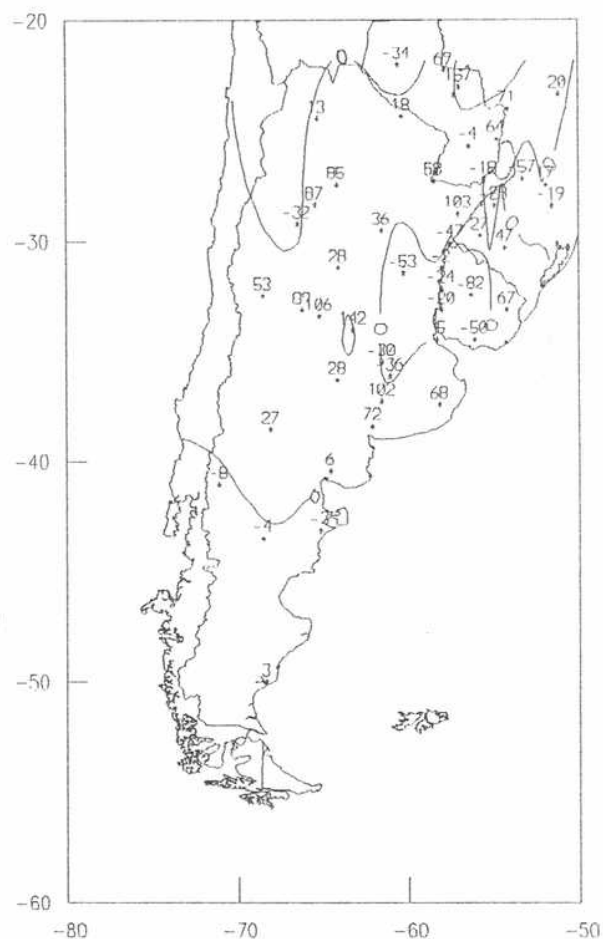


Fig. 22: Anomalías de precipitación de enero de 1983.

En este mes hubo al igual que el mes anterior (Fig. 22), un déficit de precipitación en la Mesopotamia y Uruguay (-82 mm), pero precipitaciones intensas en el centro de Argentina (142 mm), en el oeste de Buenos Aires, y menores en la zona norte argentina.

d) Febrero de 1983:

Las anomalías correspondientes al mes de febrero están graficadas en la figura 23 a), b) y c).

Este mes muestra una repetición de las condiciones de noviembre, aunque en forma menos pronunciada.

El campo de espesores muestra el aumento de la intensidad y la preferente posición frontal cerca de los 30°S. La situación de bloqueo se acentúa alrededor de los 110°O en el Pacífico.

La Depresión del Noroeste Argentino se profundiza. Ella se halla asociada a un aumento de los vientos del este y noreste hasta el extremo norte de la Patagonia.

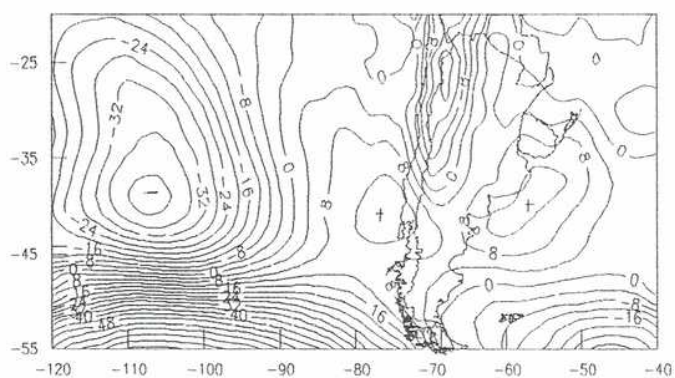
Se observa una buena actividad anticiclónica al este de la provincia de Buenos Aires.

Acorde a las condiciones sinópticas, las anomalías de la precipitación (Fig. 24) muestran similitud a las de noviembre, con un máximo de 384 mm en el NE del litoral. El resto de la Argentina a excepción de parte del NO y del NO de la provincia de Buenos Aires posee valores negativos.

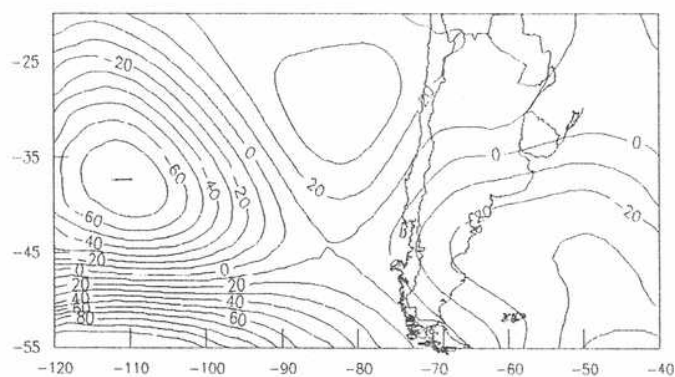
e) Marzo de 1983:

En la figura 25 a) b) y c) se han trazado las anomalías del último mes del período considerado.

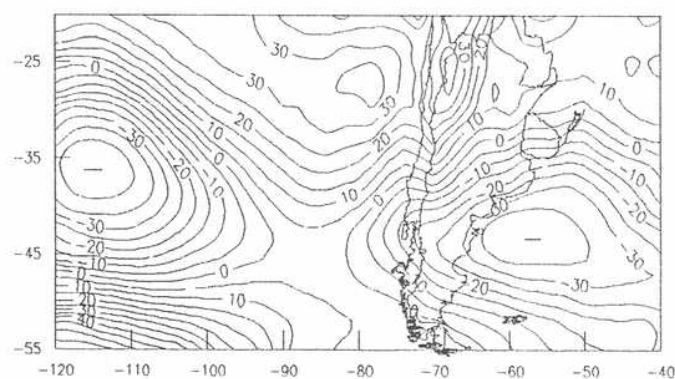
En superficie se manifiesta una fuerte intensificación de la corriente del norte, así como una corriente en chorro en capas bajas desde Salta, pasando por Córdoba hacia el oeste de Buenos Aires.



a)



b)



c)

Fig.23: Campo de anomalías de altura de febrero de 1983 en: a) 1000 hPa, b) 500 hPa y c) 500/1000 hPa.

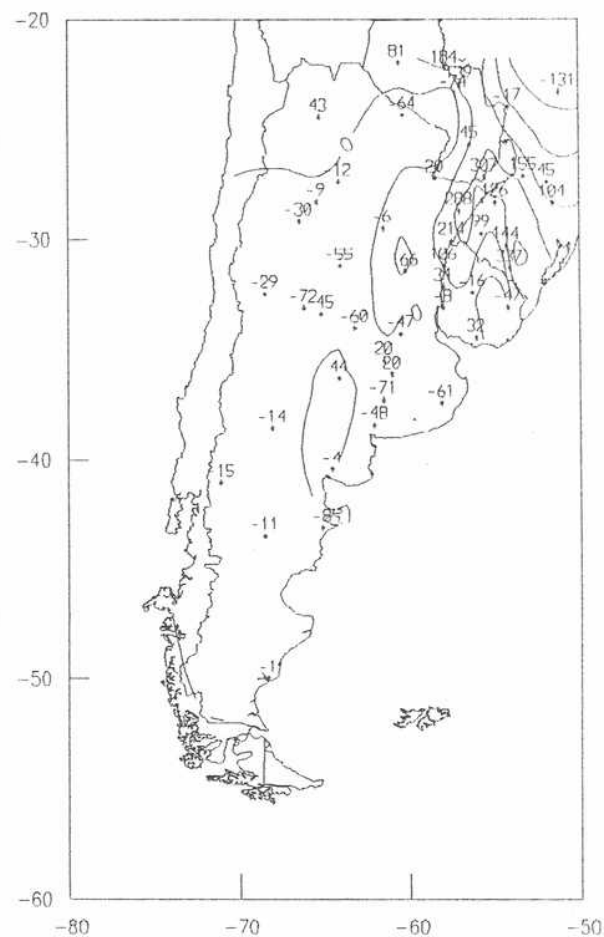
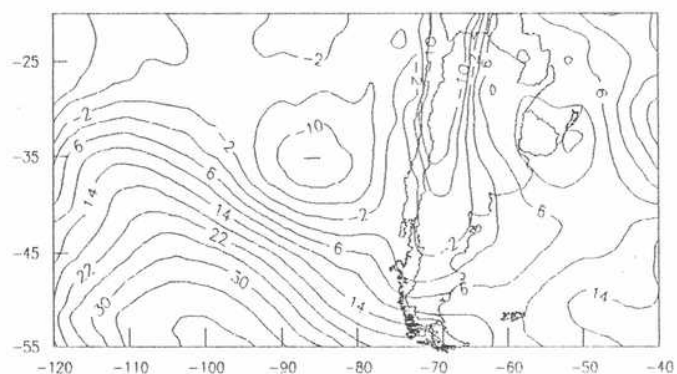
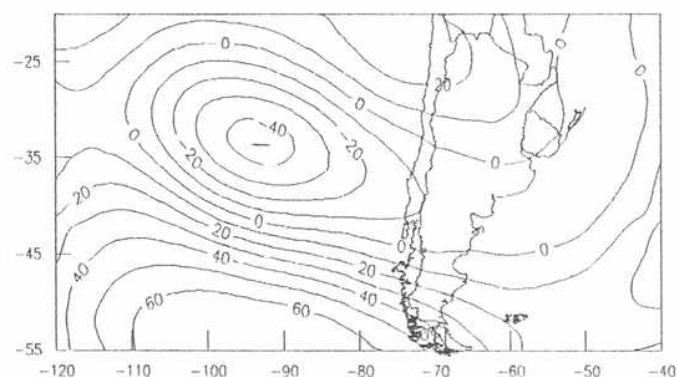


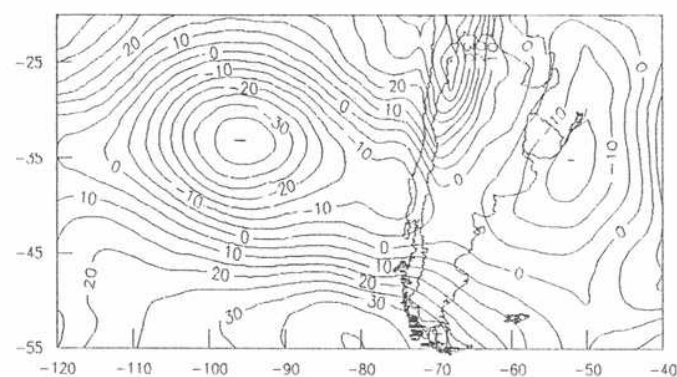
Fig. 24: Anomalías de precipitación de febrero de 1983.



a)



b)



c)

Fig. 25: Campo de anomalías de altura de marzo de 1983 en: a) 1000 hPa, b) 500 hPa y c) 500/1000 hPa.

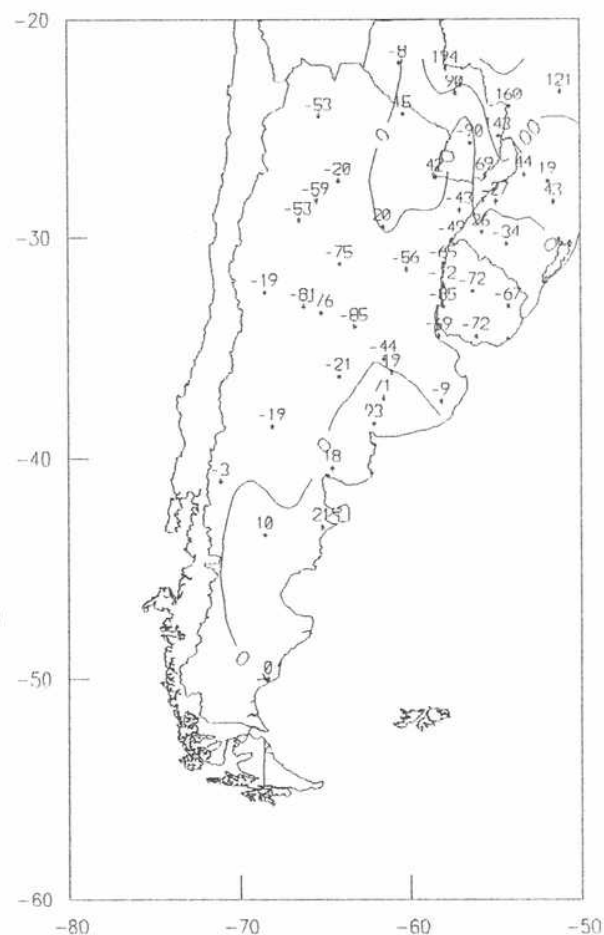


Fig. 26: Anomalías de precipitación de marzo de 1983.

Se observa una situación anticiclónica sobre el Uruguay y una zona frontal que alcanza latitudes bajas en el Brasil, pero que no continúa en la Argentina.

Este es el primer mes en que el sistema depresionario del Pacífico, que se hace visible en las anomalías del conjunto de los cinco meses estudiados, afecta el oeste del continente.

Siguiendo las situaciones diarias de este mes, se observa que desde la zona frontal en el Pacífico se han generado algunas depresiones migratorias, pasando por el norte de la Patagonia.

De la figura 26, se desprende que similarmente a diciembre, las lluvias más intensas ocurrieron en Paraguay y más débiles en el SE de Brasil. Además se presentan acorde a la situación sinóptica, anomalías positivas en el sur de Buenos Aires y norte de Patagonia

En esta figura se pone de manifiesto la extensa región que posee valores negativos, inferiores a los -70 mm en el centro de Argentina y Uruguay.

2.4. Comportamiento del índice de circulación meridional.

En el capítulo 2 se calculó la correlación cruzada entre el Índice de Oscilación Sur (SOI) y los tres índices. En particular, el comportamiento medio del índice meridional y de sus desvíos en el período considerado se muestra en la tabla 4.

Se observan en general anomalías negativas en el índice meridional, en correspondencia con lo estipulado por Thenberth y Shea (1987).

El índice de circulación muestra una notable variación en sus anomalías con un mínimo pronunciado en enero de 1983.

Como se mencionó en el capítulo citado anteriormente, es notable la marcha casi paralela entre la anomalía de R y el Índice de Oscilación del Sur (SOI).

2.5. CONCLUSIONES

Las precipitaciones han sido irregulares durante el verano 1982-83. Noviembre y febrero presentaron valores extremos en el NE de Argentina, sur de Brasil y Paraguay. Este último, especialmente en diciembre, se vio afectado con valores de anomalías positivas en su centro este en el resto de los meses considerados.

En consecuencia los ríos que constituyen la Cuenca del Plata han causado grandes inundaciones.

Los valores diarios de las precipitaciones muestran en muchos casos valores altos, que en su mayoría fueron provocados por fenómenos convectivos que no necesariamente obedecen a situaciones sinópticas intensas, no obstante se determinó la característica general de la situación sinóptica que se compone de tres aspectos principales:

- a) Un bloqueo en el Océano Pacífico, alrededor de 110°W y 30°S.*
- b) Un corrimiento hacia el norte de la zona frontal sobre la Argentina.*
- c) Un aumento de la componente norte del viento desde la Amazonia hasta el norte de la Patagonia.*

Se obtuvo una coincidencia entre los mínimos de la variación mensual de la anomalía del índice meridional R en 40°S y el índice de Oscilación Sur (SOI).

BIBLIOGRAFIA

Alessandro A. P. (1990): Características de extremos de precipitación en Corrientes. *Geoacta*, 17 N°2, 203-218.

Berbery E. H., Lozano L. A. (1991): Características regionales de alturas persistentes en los océanos Atlántico y Pacífico Sur. *Anales, Congremet VI*, -153-154.

Campetella C., M. Rusticucci (1996): Estudio de las condiciones sinópticas asociadas a la ola de calor de marzo de 1980. *Actas VII Congreso Argentino de Meteorología y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología*, 339-340.

Díaz E. L. (1953) : Interrelaciones entre anomalías mensuales de lluvias, temperatura, presión, gradientes y variaciones. *Meteoros año 3*, 4, 342-382.

Kousky V. E. , Bell, G. D. (1992): Atlas of the Southern Hemisphere. NOAA. Atlas N°9.

Fernandez A., G. Necco (1982): Características del campo de viento en la Atmósfera libre en estaciones argentinas. *Meteorológica* 13, N °2.

Lichtenstein E. R. (1981): La depresión del Noroeste argentino. Tesis Doctoral. UBA.

Malaka I., Nuñez S. (1980): Aspectos sinópticos de la sequía que afectó a la República Argentina en 1962. *Geoacta* 10 , 1-22.

Minetti J. L., W. M. Vargas (1983): Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica. I parte. *Meteorologica* XIV, 645-655.

Minetti J. L. , Sierra E. M., Poblete A. G. (1987): Las fluctuaciones de la circulación regional en Sudamérica. *Anales. II Congreso Interamericano de Meteorología, V Congreso Argentino de Meteorología*, 12.3.1-12.3.6.

Necco G. V, I. Velasco (1984): Marcha anual del campo térmico en la tropósfera y baja estratósfera en áreas continentales argentinas. *Geoacta* 12 71-72.

Norte F. A. (1989): Características del viento zonda en al

región de Cuyo. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Pags 2-8 a 2-12, 2-48 y 4-4.

Núñez S. E. , E. E. Gentile, J. H. Hordij (1996): Anomalías de la precipitación en la Región Húmeda Argentina durante 1995 y sus impactos en las actividades productivas. Actas del VII Congreso Argentino de Meteorología, VII Congreso Latinoamericano ó Ibérico de Meteorología. Pags. 313-314.

Philander S. G. (1990): El Niño, la Niña and the Southern Oscillation. Academic Press, Inc.

Quiming C. , W. Aisheng, Y. Zonexin, K. Lion (1987): Model calculations of radiative properties in the Quinghai-Xisang Plateau atmosphere. Proceedings of the Beijing International Radiation Symposium. 107-115.

Ruiz, N. E., W. M. Vargas (1994): Ensayo del pronóstico objetivo de probabilidad de precipitación en Buenos Aires en base a los análisis de 500 hPa de ECMWF. Meteorologica 19, 3-12

Scian B. V. (1970): Situación sinóptica asociada a las temperaturas extremas observadas en junio de 1967. Meteorologica 1, 22-37.

Servicio Meteorológico Nacional Argentino: Boletín Climatológico. Vol VII, Nº9, 1995.

Trenberth K. E., O. Shea (1987): On the evolution of the Southern Oscillation. Monthly Weather Review 115, 3078-3096.

Vargas W. M. , Alessandro A. P. (1982): La persistencia en las series pluviométricas y de temperatura mensuales en el nordeste argentino. Meteorologica XIII, 23-32.

Vargas W. M. , Alessandro A. P. (1983): Las distribuciones de secuencias secas, lluviosas, cálidas y frías climáticas del nordeste argentino. Meteorologica XIV, 151-164.

Vargas W. M. , Alessandro A. P. (1990): Los Extremos Climáticos de Precipitación y Temperatura en Corrientes. Meteorologica 17, Nº, 33-38.

Velasco, I. (1994): Complejos convectivos de mesoescala en Sudamérica. Tesis doctoral. UBA.

CAPITULO IV

EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS SINOPTICOS EN RELACION A LA SITUACIONPREVALECIENTE

INTRODUCCION

En este capítulo se estudia el desarrollo de los sistemas migratorios de presión en respuesta a valores persistentes de los índices de circulación zonal y meridional, en base al registro del CEPMP.

A este fin se eligieron casos en que las anomalías decádicas de los índices exceden en valor absoluto al desvío típico.

Los desvíos típicos de las anomalías decádicas en los dos niveles elegidos para los dos índices en los 9 años fueron los siguientes:

NIVEL	ZONAL	MERIDIONAL
500 hPa	85	97
1000 hPa	49	61

TABLA 1: Desvíos típicos de las anomalías decádicas (mgp) de los índices zonal y meridional en 500 y 1000 hPa.

Las situaciones seleccionadas corresponden a anomalías que se dieron simultaneamente en 1000 y 500 hPa.

1. CAMPOS MEDIOS

1.1- Extremos positivos del índice meridional.

Los dos casos elegidos corresponden a enero de 1980 y a septiembre de 1980.

La situación media de estos dos eventos en 1000 hPa , se presentan en las figuras 1a) y 1b).

En ambos casos el anticiclón subtropical del Pacífico se halla más al sur y es más intenso comparado con los mapas medios (Capítulo I), en cambio el anticiclón subtropical del Atlántico apenas roza el continente en el extremo noreste del mapa. La depresión del Noroeste Argentino (DNOA), se halla debilitada y desplazada hacia el norte. Además, en el caso de septiembre existe una circulación anticiclónica en la provincia de Buenos Aires.

En las figuras 1c) y 1d) se representan los campos medios en 500 hPa. En ambos casos hay una cuña en el Pacífico entre los 80° y 90°O y una vaguada en el Atlántico cerca de los 50°O.

Existe una fuerte "corriente conducente" del sudoeste sobre la Argentina (Schwerdtfeger, 1952).

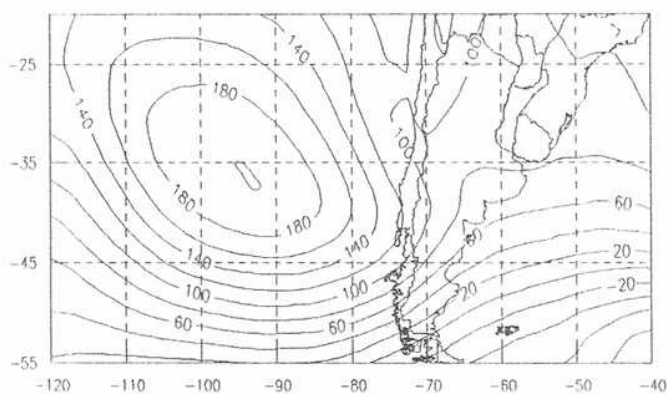
1.2- Extremos negativos del índice meridional

Los dos casos seleccionados corresponden a enero de 1983 y septiembre de 1984. Las figuras 2a) y 2b) representan la situación media en 1000 hPa.

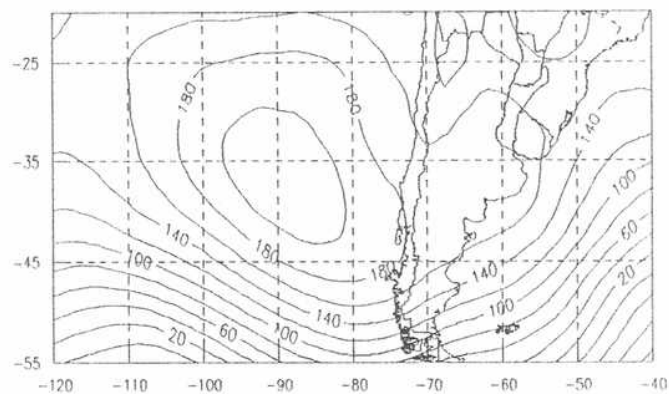
En ambos casos el anticiclón del Pacífico se halla debilitado y desplazado hacia el norte, en cambio el del Atlántico está ahora dominando la circulación sobre el continente, aunque en enero solamente hasta unos 40°S. En septiembre el anticiclón del Atlántico se halla muy fuerte y desplazado notablemente hacia el sur. La DNOA se halla más intensa, especialmente en este mes. En este caso es notable la circulación ciclónica en el sur del Océano Pacífico, alrededor de 90°O.

Las figuras 2c) y 2d) corresponden a la situación en 500 hPa.

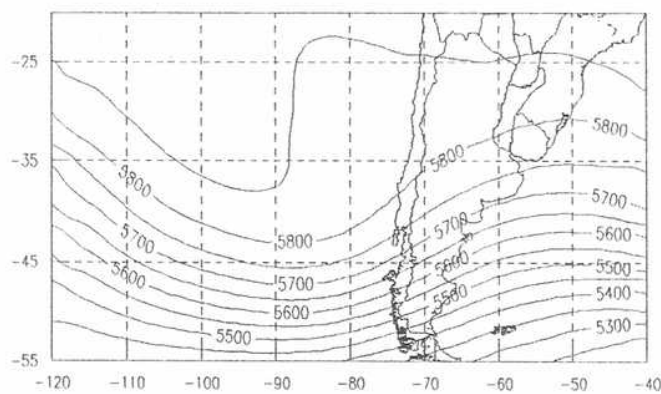
En el caso de enero la circulación es prácticamente zonal. Se halla así, ausente la cuña del Pacífico de los mapas medios (Capítulo I) quedando sólo una leve circulación anticiclónica sobre el norte de Argentina debida al anticiclón del Altiplano Boliviano.



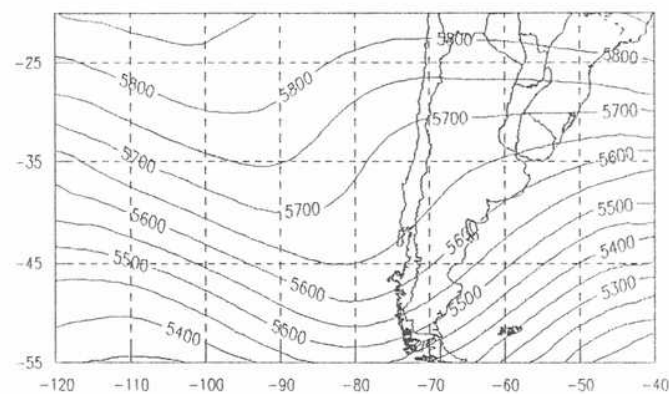
a)



b)

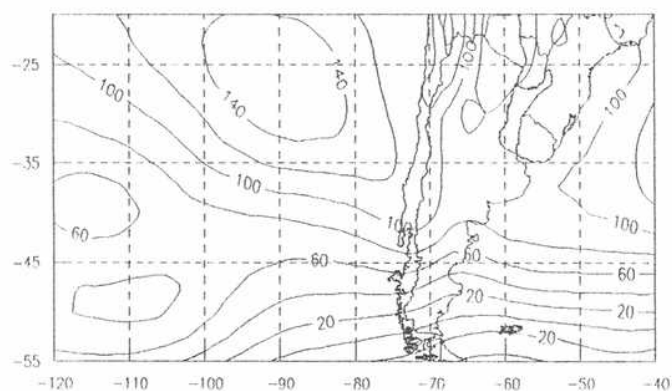


c)

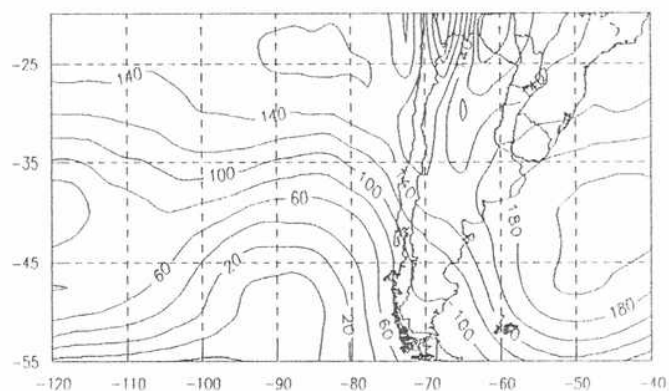


d)

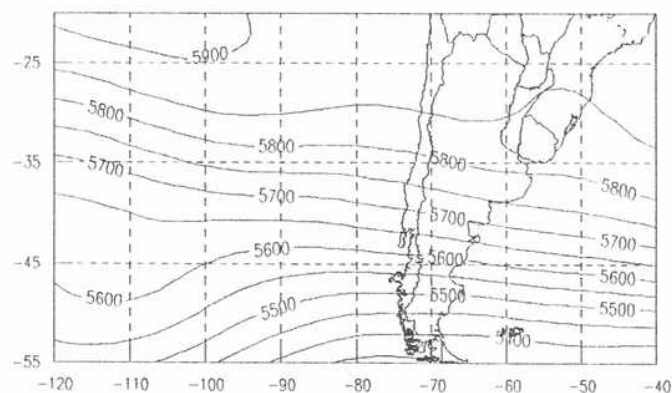
Fig.1: Campos medios de altura de enero de 1980 en 1000 hPa (a) y 500 hPa (c) y de septiembre de 1980 en 1000 hPa (b) y 500 hPa (d). ($R > +\sigma$).



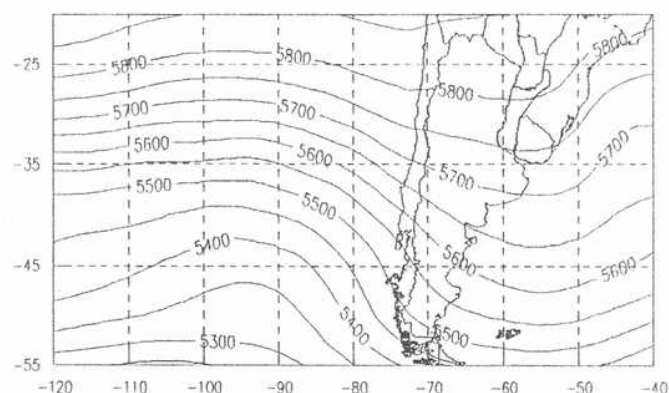
a)



b)



c)



d)

Fig.2: Campos medios de altura de enero de 1983 en 1000 hPa (a) y 500 hPa (c) y de septiembre de 1984 en 1000 hPa (b) y 500 hPa (d). ($R < -\sigma$).

50°S 82°O; en junio hay una circulación anticiclónica sobre el oeste de Santa Cruz. Un anticiclón cerrado en un campo medio de al menos 10 días significa bloqueo o al menos 'acción bloqueante' (Trenberth y Swanson, 1985).

El hecho que en enero el anticiclón del Pacífico se halla debilitado y muy corrido hacia el noroeste y que en junio pasa algo similar con el del Atlántico se debe a la posición particular de vaguadas y cuñas de onda larga en los casos elegidos.

Mientras que en enero la DNOA presenta su aspecto normal, en junio se halla muy debilitada y corrida al norte. En este mes se advierte un centro de alta presión en Cuyo.

En las figuras 4c) y 4d) se muestra la circulación media en 500 hPa, comparado con lo que se ve en los casos de extremos positivos del índice zonal, se nota que los oestes se hallan mas 'repartidos' alcanzando latitudes más bajas y con menor intensidad en la Patagonia. Además vaguadas y cuñas muestran ahora una mayor amplitud.

2. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS SINOPTICOS.

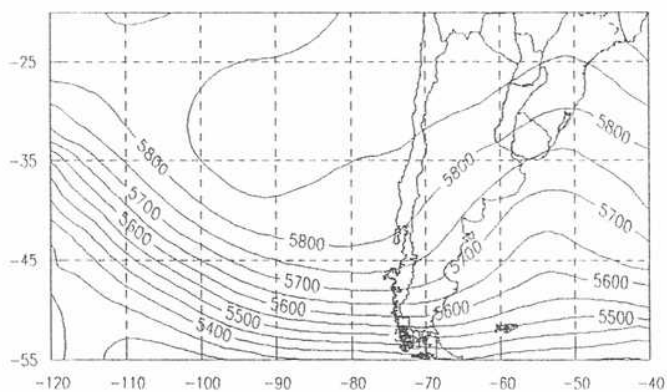
2.1) En extremos positivos del índice meridional.

2.1.a) Enero de 1980.

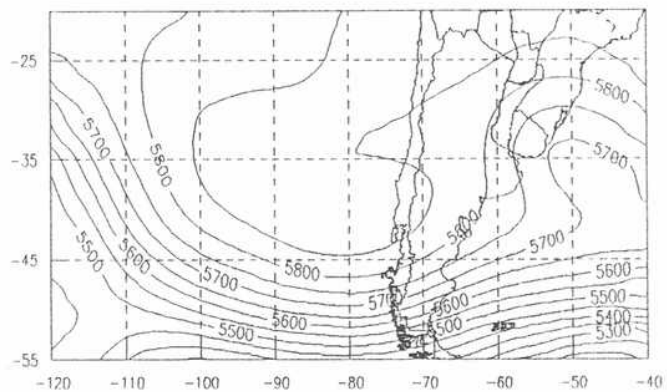
En la figura 5 se representa la situación diaria de 12 UTC en 500 hPa desde el 19 al 31 de enero.

Un total de 4 vaguadas de onda corta ha traspasado la Patagonia y se han profundizado sobre el Océano Atlántico. Todas ellas han surgido desde el extremo sur de la zona elegida y al este del meridiano 100°O.

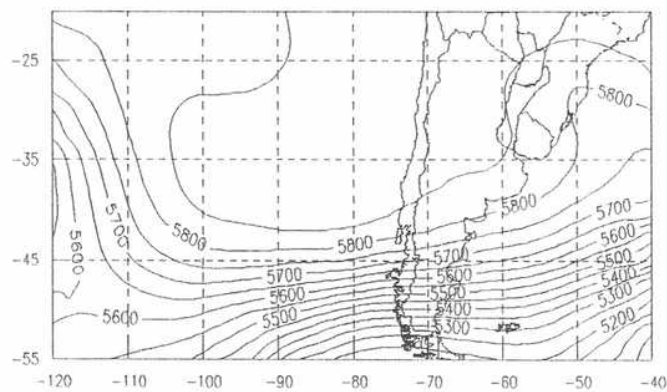
Ninguna cuña de importancia existe en el Atlántico, en cambio hay una cuña intensa de onda larga sobre el Océano Pacífico, cuyo eje principal avanza y retrocede entre los meridianos 85 y 105°O, bajo la influencia de las ondas cortas antes mencionadas.



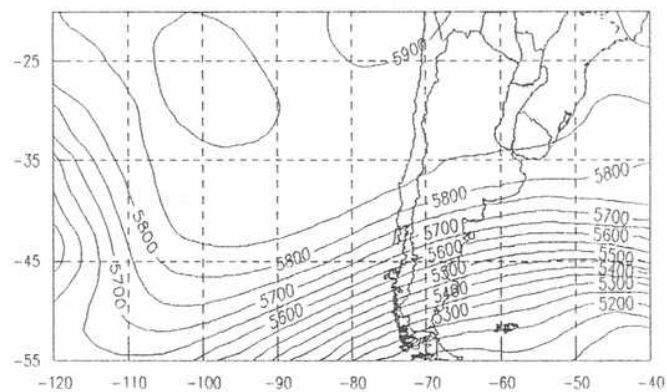
19/01/80



20/01/80

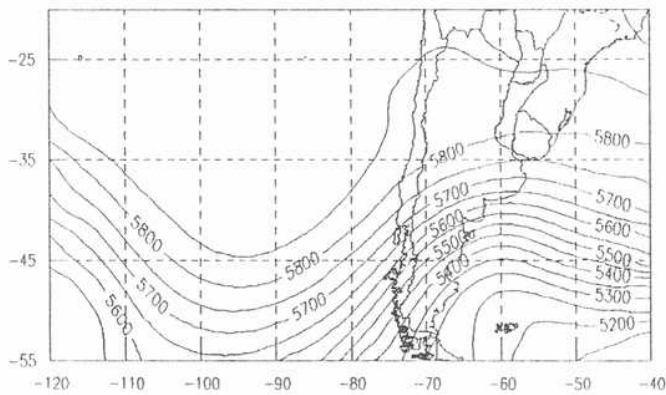


21/01/80

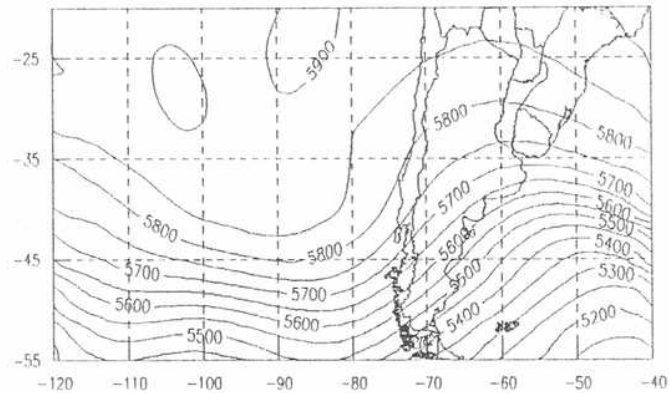


22/01/80

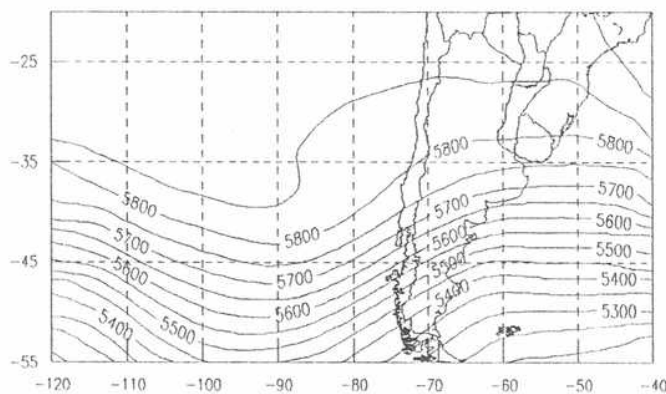
Fig.5: Campos diarios de altura (mcp) en 500 hPa del 19 al 31 de enero de 1980. Continúa.



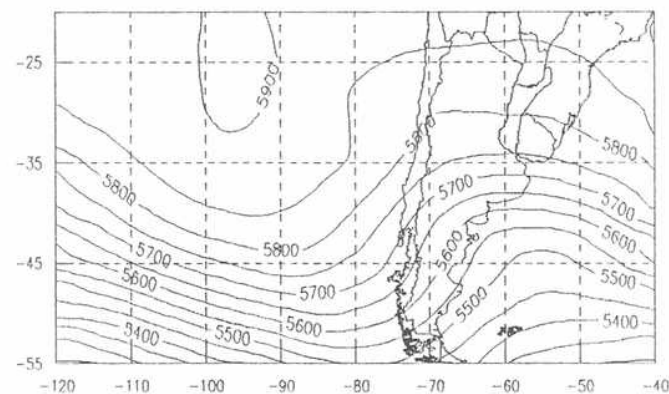
23/01/80



24/01/80

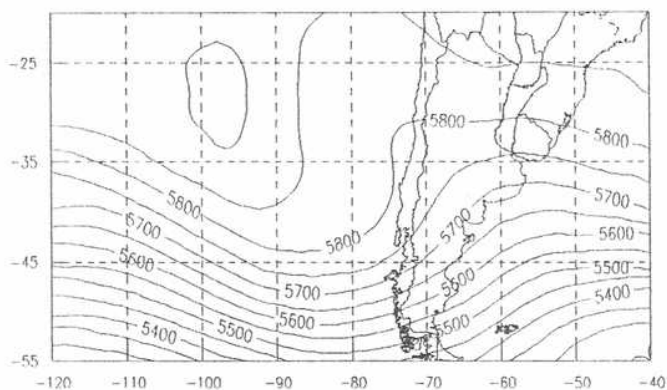


25/01/80

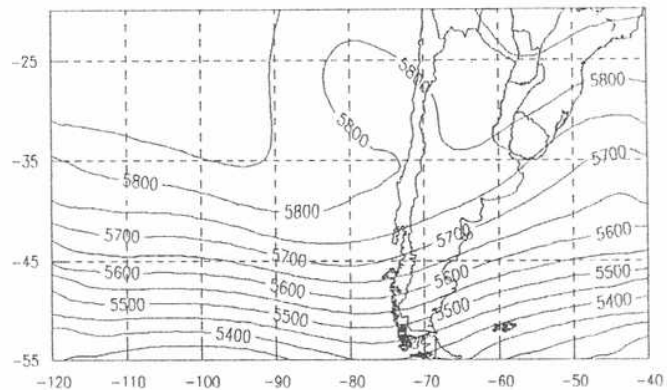


26/01/80

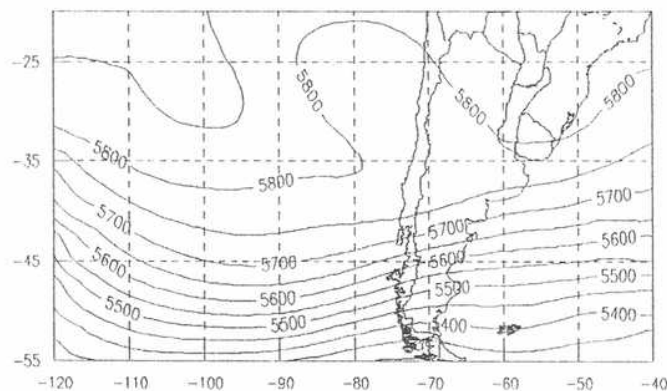
Fig. 5: Continuación



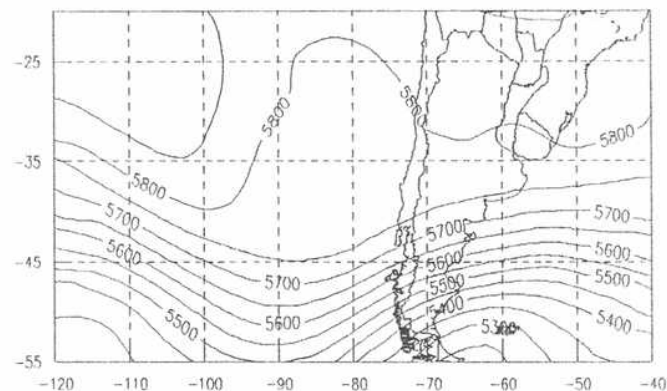
27/01/80



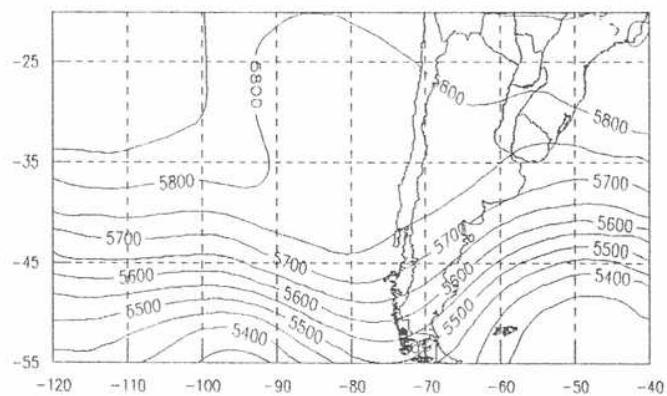
28/01/80



29/01/80



30/01/80



31/01/80

Fig. 5: Continuación

En 1000 hPa (Fig. 6) hay una serie de irrupciones de corrientes del sur bajo la influencia de un intenso sistema depresionario en el Océano Atlántico, condiciones que se dieron en forma similar en la sequía citada en el capítulo anterior. Hay asociadas a estas irrupciones cuatro anticiclogénesis en el norte de la Patagonia, formaciones que en rápido movimiento hacia el noreste no logran afirmarse en el Atlántico como lo hacen frecuentemente (Capítulo I).

2.1.b) Septiembre de 1980.

La evolución diaria en 500 hpa entre el 14 y 24 de septiembre se representa en la figura 7. El acontecimiento principal es el pasaje de dos vaguadas profundas, que se inician débilmente en el Pacífico y se profundizan a través del sur del continente hacia el Atlántico. En la primera se forma un máximo de vorticidad ciclónica en Mar del Plata el día 15, para trasladarse hacia Porto Alegre el día 16, en la segunda se observa la génesis de una depresión segregada cerca de la costa chilena en 30°S los días 18 y 19.

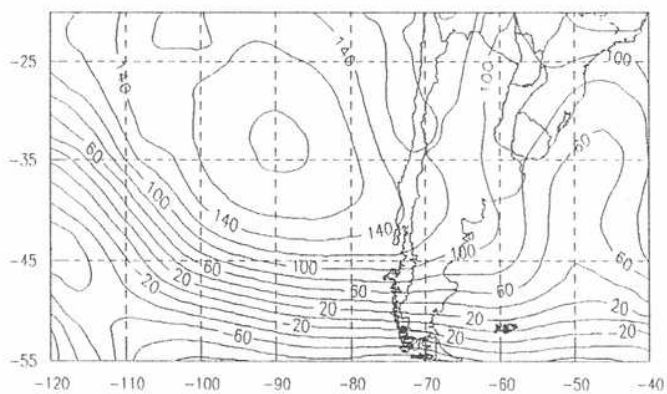
En 1000 hPa (Fig. 8) se nota el desplazamiento a través del continente de tres anticiclones, que entran al continente en aproximadamente 45°S para dirigirse luego hacia el norte. Así, el centro del primer anticiclón llega a estar en 25°S el día 16. Todos estos anticiclones alcanzan su máxima intensidad sobre el continente. Algo notable en esta situación es la intensa variabilidad de la presión alrededor de la DNOA.

2.2) En extremos negativos del índice meridional.

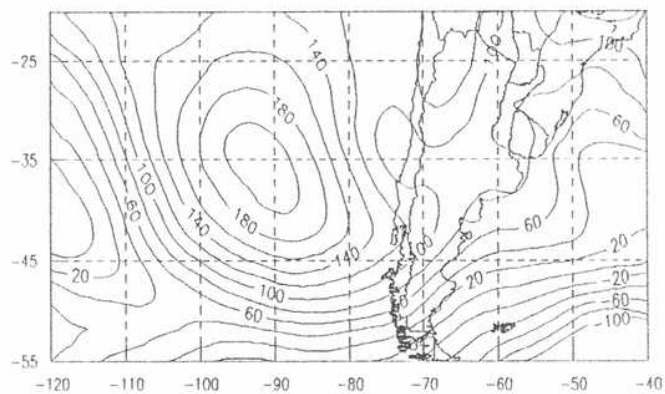
2.2.a) Enero de 1983.

En la figura 9 se representa la situación a las 12 UTC del 21 al 31 de enero en 500 hpa.

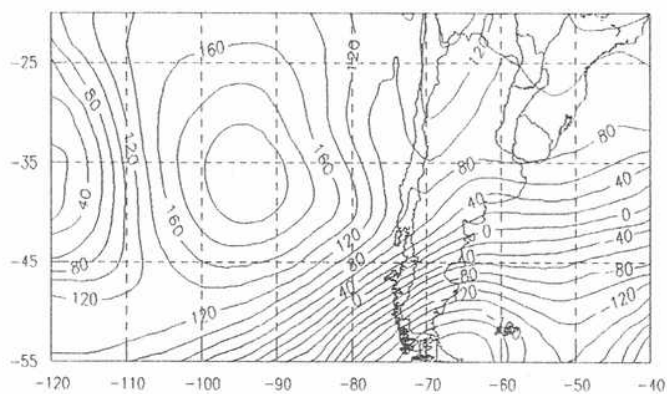
Aparecen en el flujo ondas bastante largas con un avance



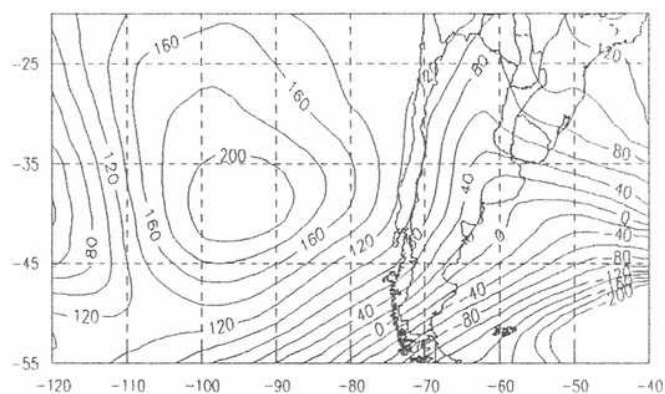
19/01/80



20/01/80

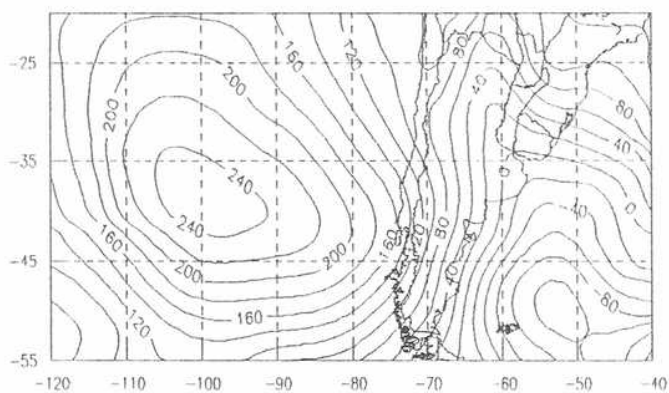


21/01/80

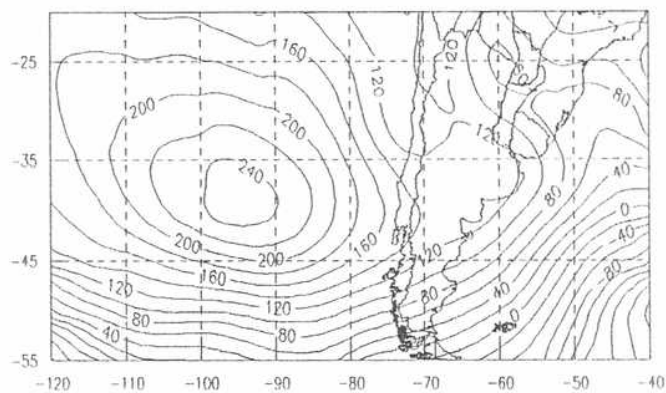


22/01/80

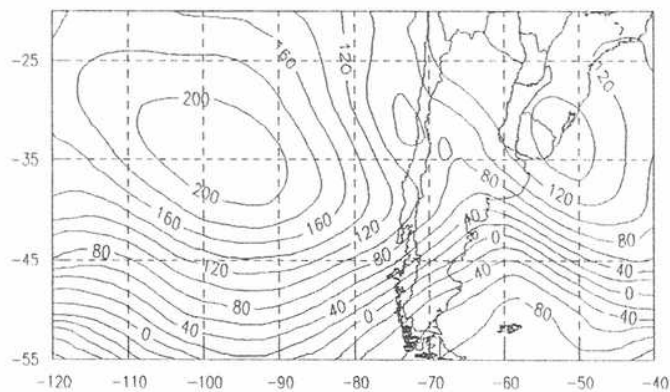
Fig. 6: Campos diarios de altura (mvp) en 1000 hPa del 19 al 31 de enero de 1980. Continúa.



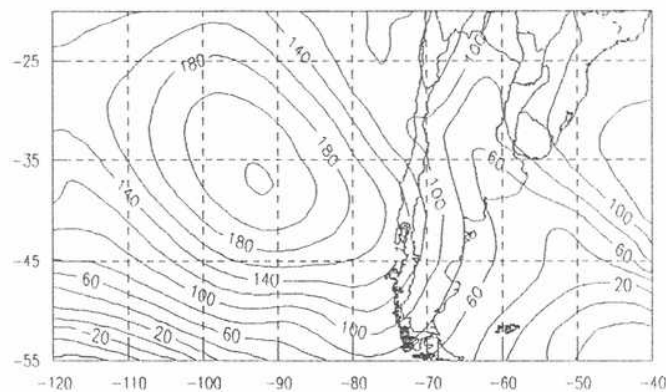
23/01/80



24/01/80

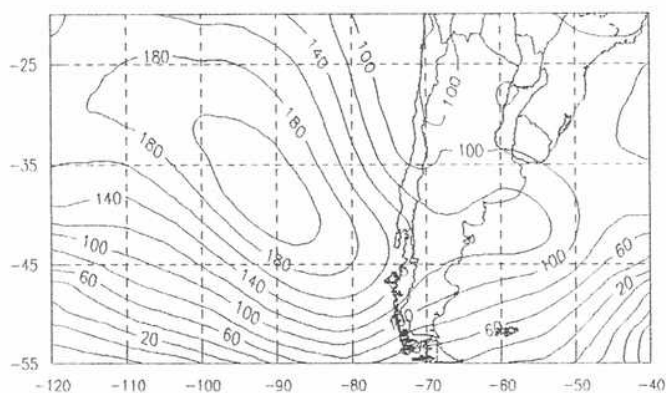


25/01/80

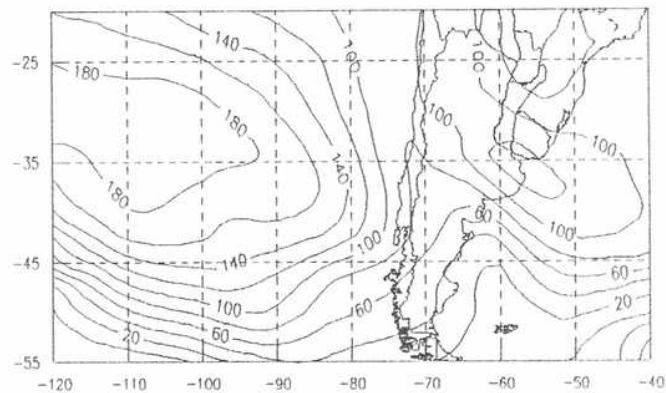


26/01/80

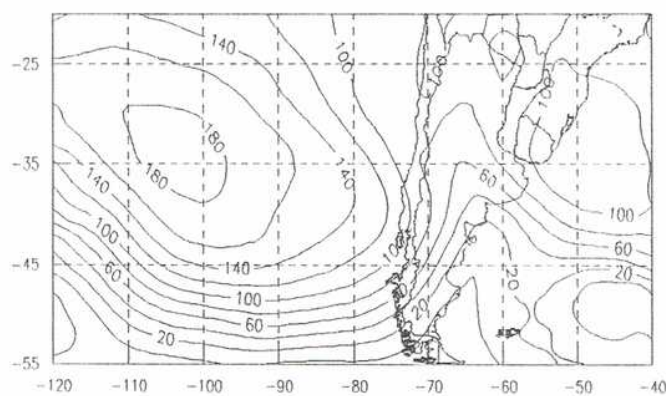
Fig. 6: Continuación



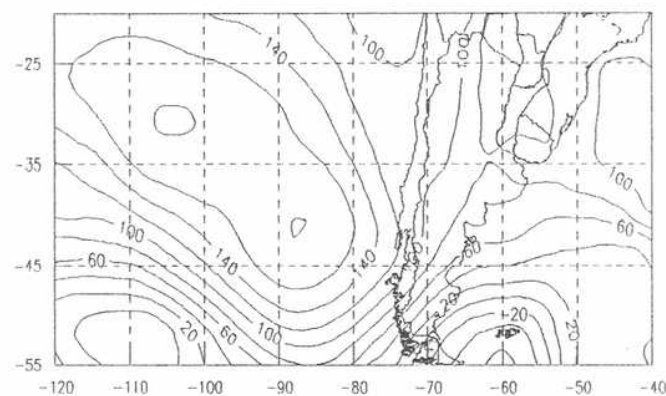
27/01/80



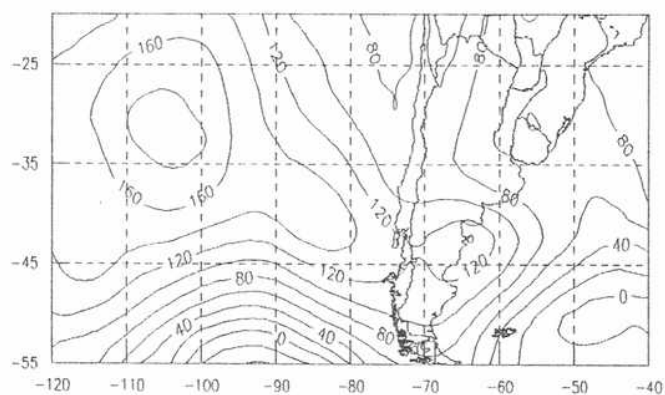
28/01/80



29/01/80

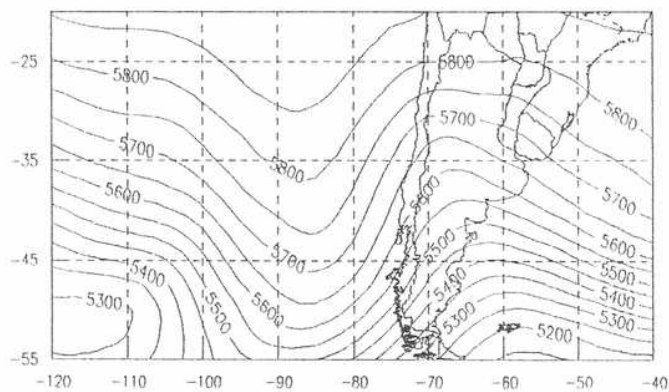


30/01/80

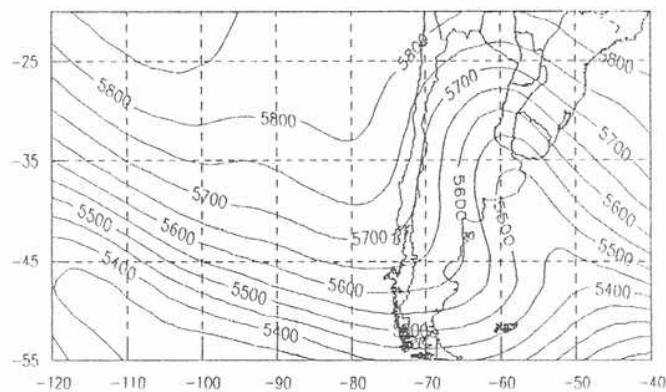


31/01/80

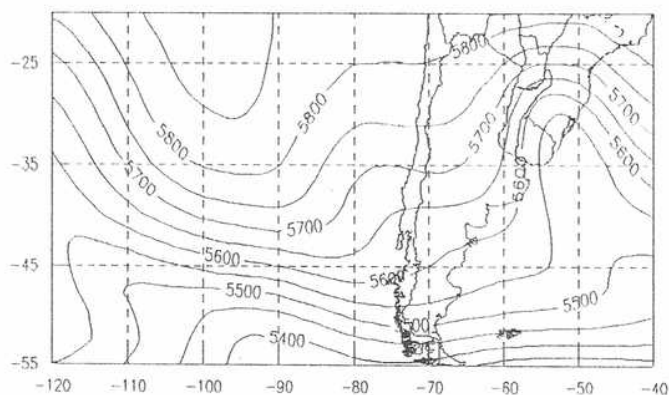
Fig.6: Continuación



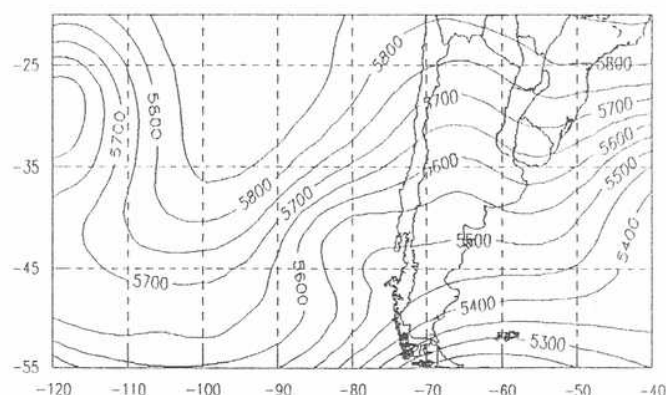
14/09/80



15/09/80

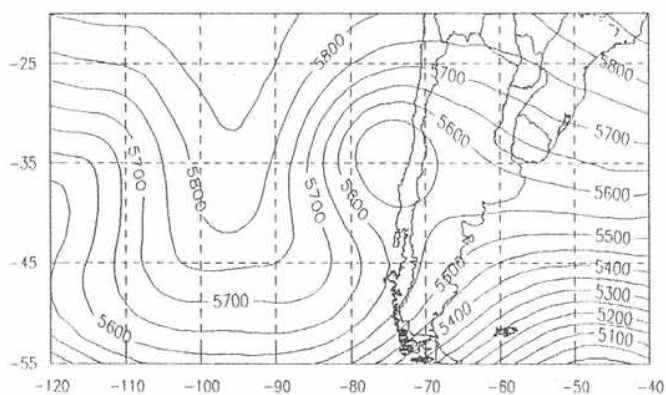


16/09/80

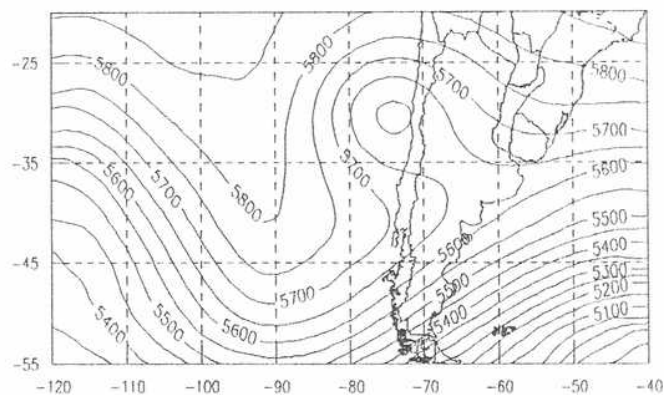


17/09/80

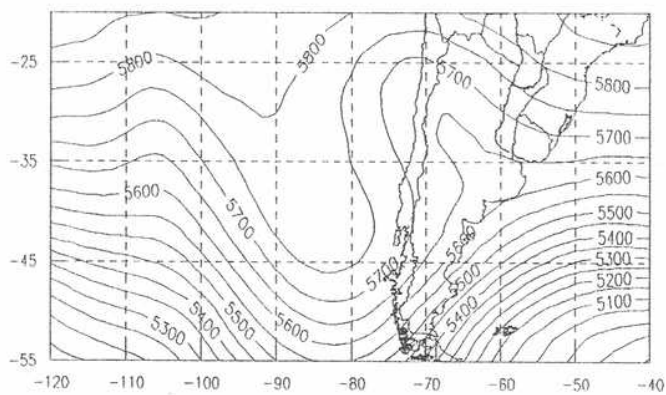
Fig.7: Campos diarios de altura (mvp) en 500 hPa del 14 al 24 de Septiembre de 1980. Continúa.



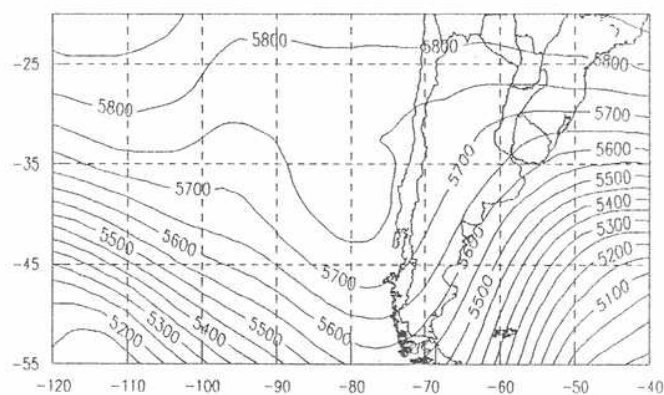
18/09/80



19/09/80

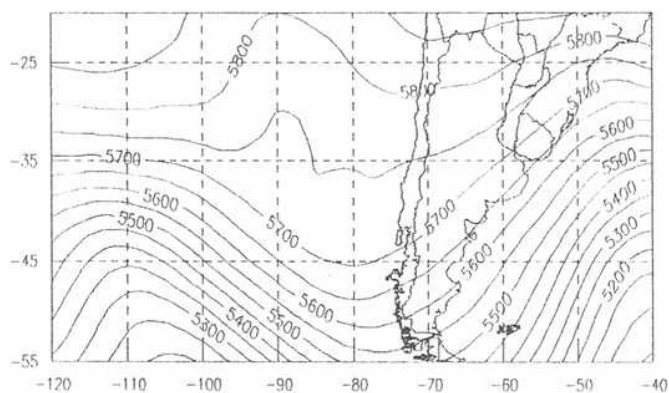


20/09/80

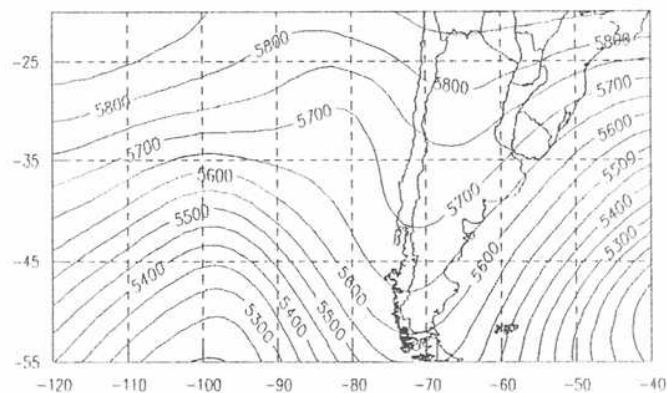


21/09/80

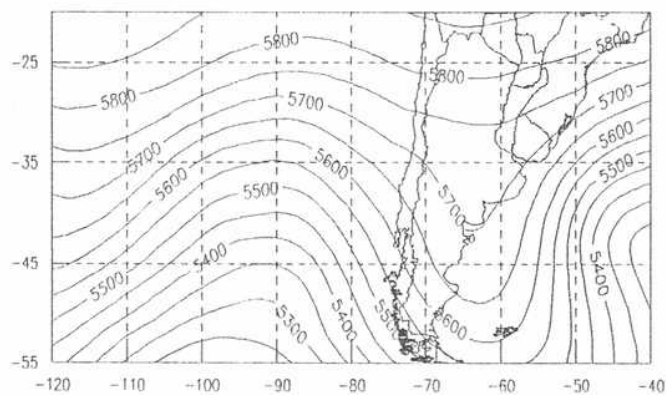
Fig. 7: Continuación



22/09/80

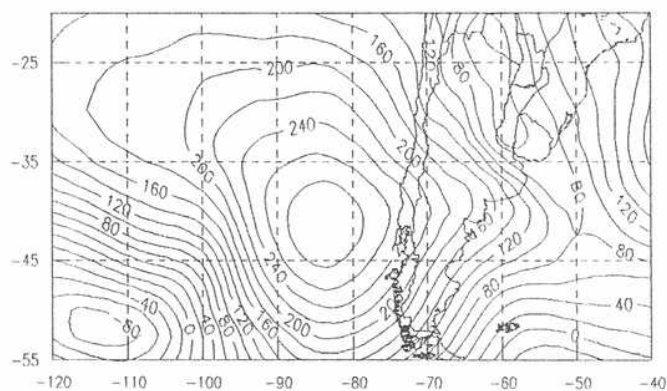


23/09/80

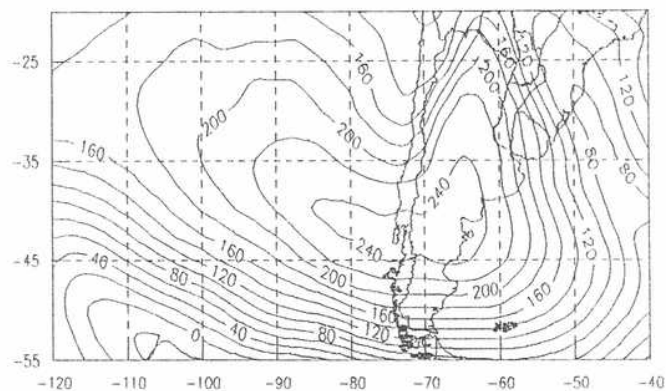


24/09/80

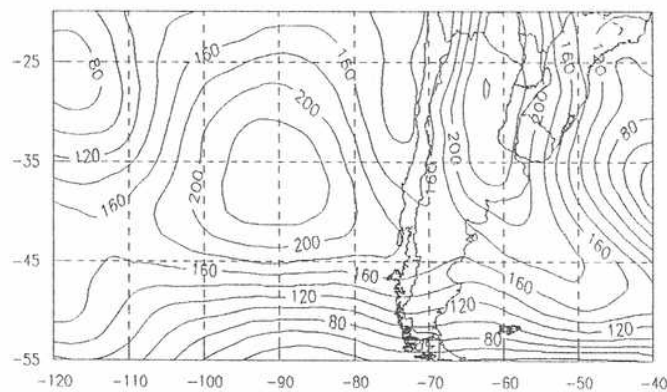
Fig. 7: Continuación



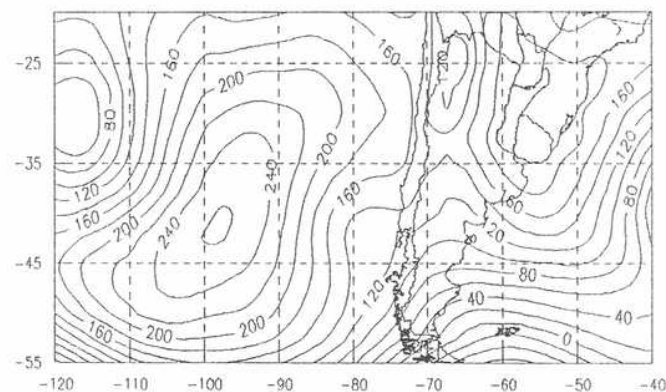
14/09/80



15/09/80

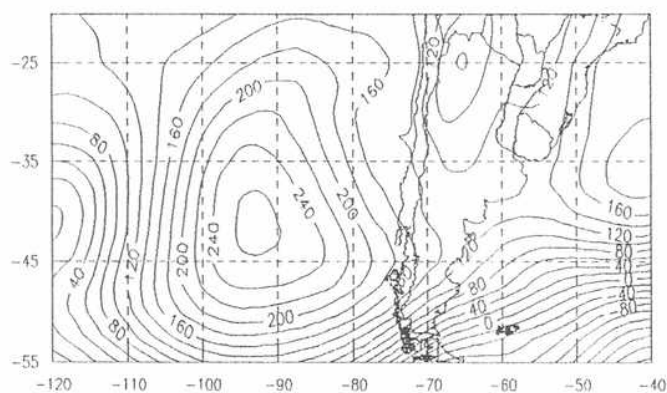


16/09/80

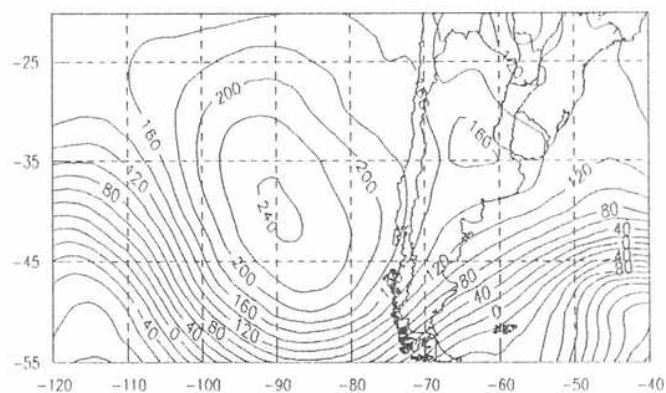


17/09/80

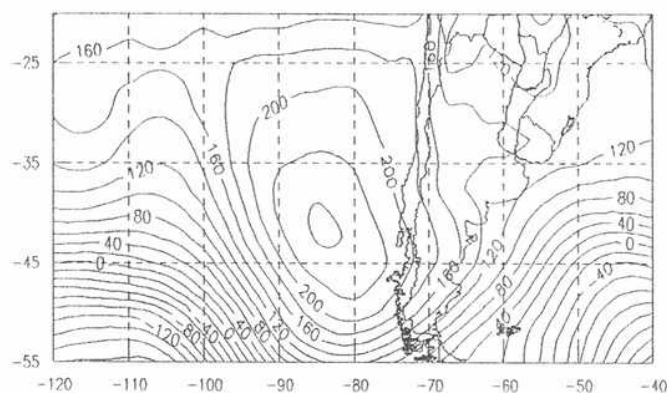
Fig.8: Campos diarios de altura (mgs) en 1000 hPa del 14 al 24 de Septiembre de 1980. Continúa.



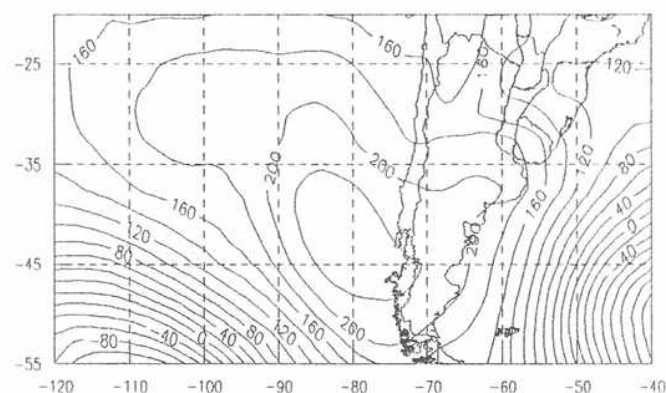
18/09/80



19/09/80

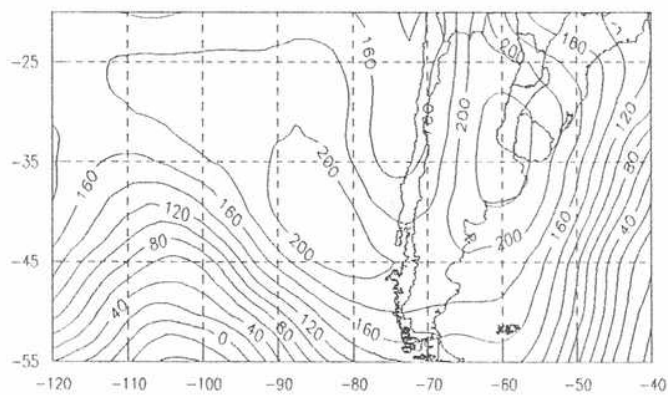


20/09/80

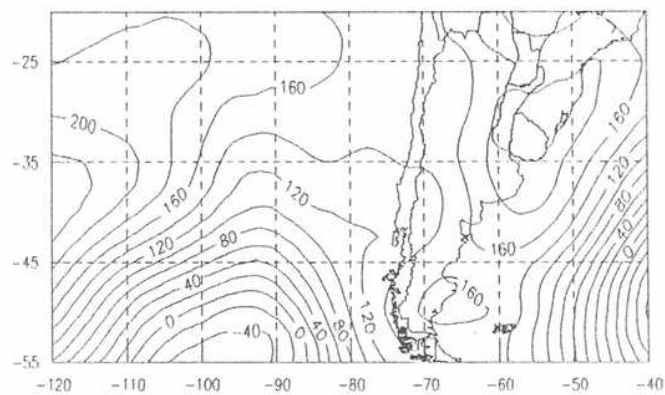


21/09/80

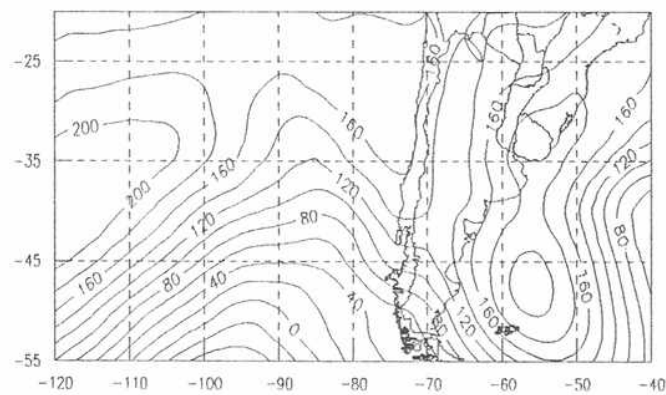
Fig. 8: Continuación



22/09/80

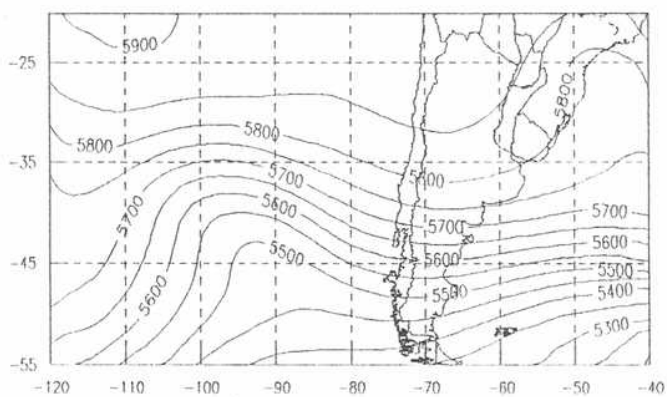


23/09/80

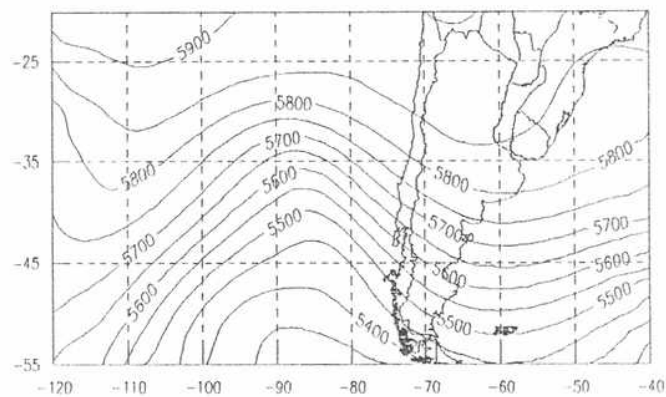


24/09/80

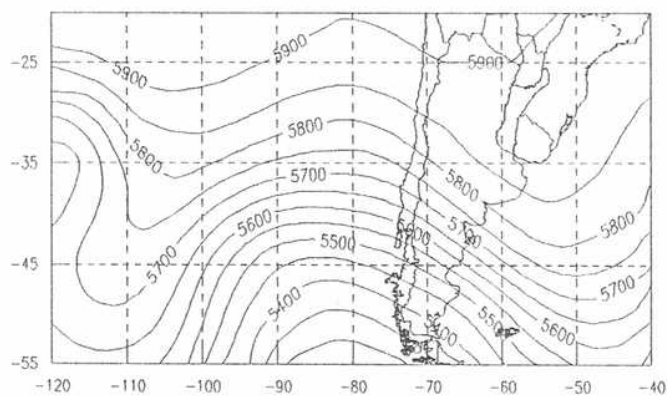
Fig. 8: Continuación



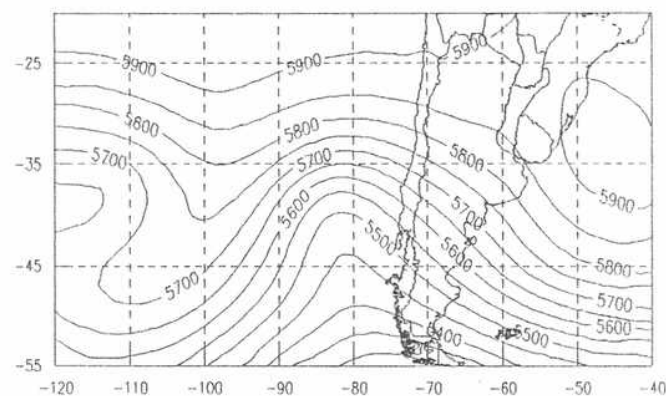
21/01/83



22/01/83

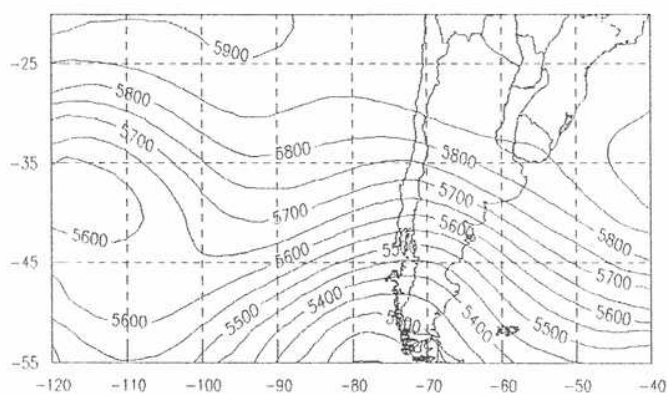


23/01/83

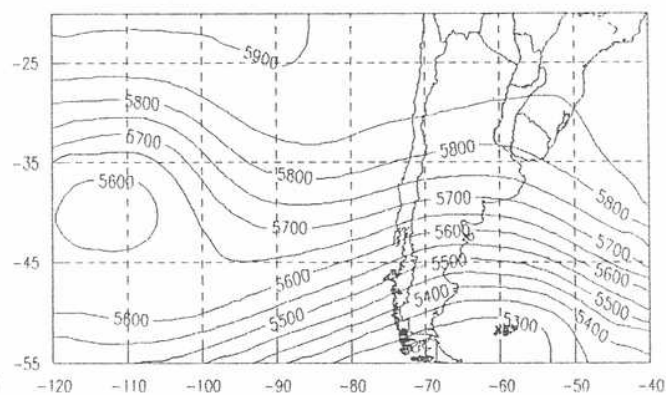


24/01/83

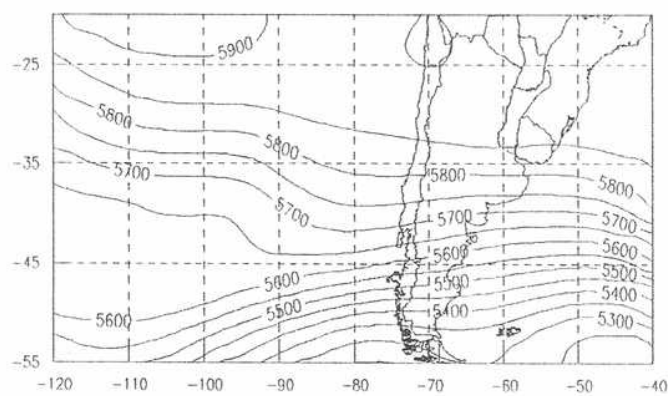
Fig. 9: Campos diarios de altura (mvp) en 500 hPa del 21 al 31 de enero de 1983. Continúa.



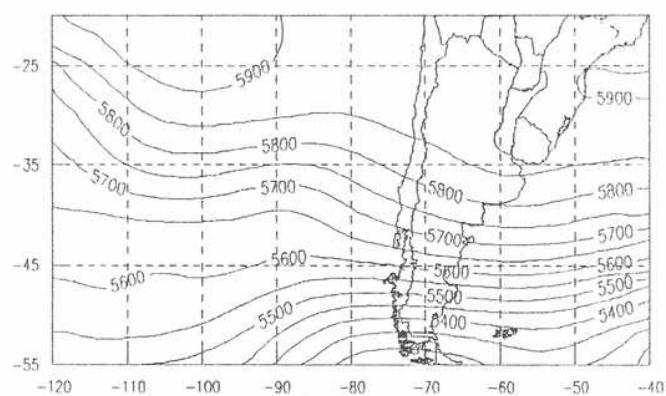
25/01/83



26/01/83

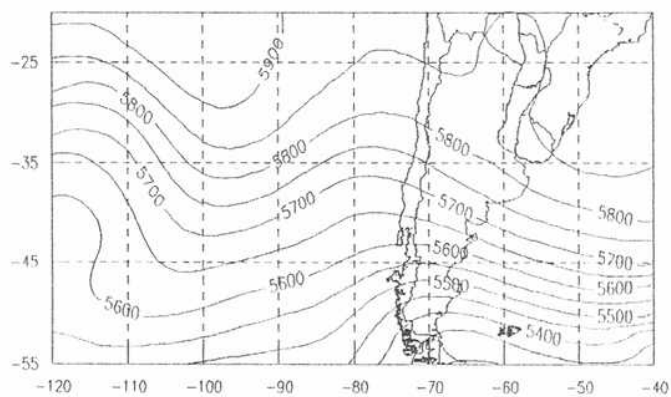


27/01/83

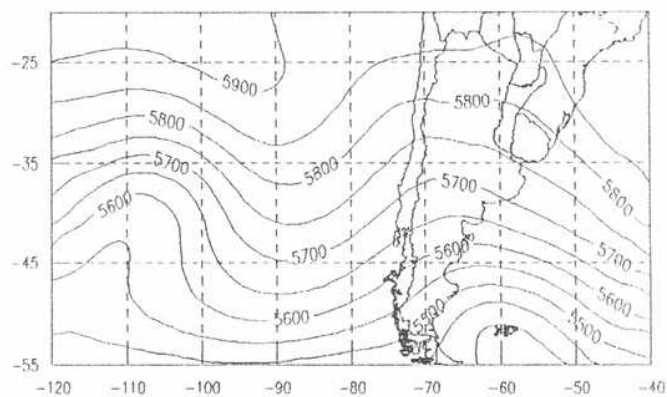


28/01/83

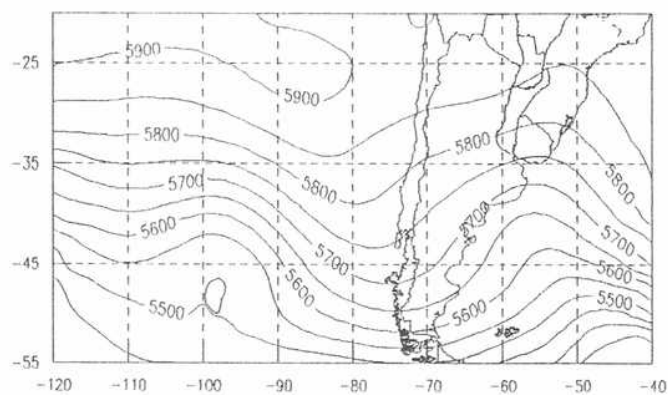
Fig. 9: Continuación



29/01/83



30/01/83



31/01/83

Fig. 9: Continuación

lento. Así una vaguada profunda tarda 5 días para transitar de 80° a 60°O , amortiguándose al mismo tiempo. Una segunda vaguada, aparentemente más corta logra imponerse en el Océano Atlántico el 31. Nótese además la preferente posición de una cuña sobre las costas de Brasil.

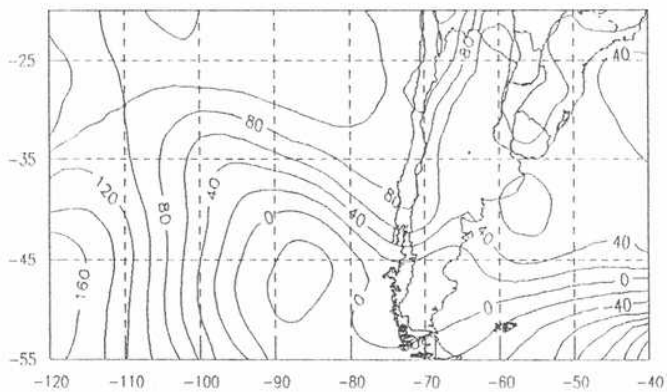
En 1000 hPa (Fig. 10) llama la atención la existencia de varias depresiones en el Pacífico en latitudes relativamente bajas para verano, y el anticiclón subtropical del Pacífico está reemplazado por distintas formaciones migratorias. Este caso elegido corresponde al Niño 1982-1983, citado por Philander (1990) y por Trenberth y Shea (1987).

Un anticiclón de baja intensidad al sudeste de Mar del Plata el día 21, evoluciona hacia una intensa formación en el Atlántico, produciendo sobre el continente una sostenida corriente del norte hasta el día 26. Una situación similar se repite desde el día 27 al 30. Nótese además una ciclogénesis sobre el Uruguay el día 30.

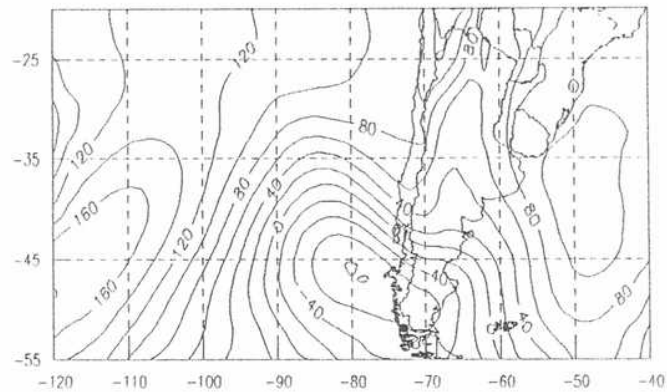
2.2.b) Septiembre de 1984.

En la figura 11 se representa la situación diaria de 12 UTC del 5 al 14 de septiembre en 500 hPa. Una suave formación de cuña se inicia el día 5 entre 25° y 35°S frente a las costas chilenas. Dicha cuña se intensifica y se expande hacia el sur llegando a dominar la circulación con un eje que va desde Salta hasta $55^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{O}$ en el Atlántico el día 9. A partir del día 11, una nueva cuña domina la región continental hasta el final del período. Las vaguadas que se acercan desde el Océano Pacífico se amortiguan completamente ante la presencia de las cuñas mencionadas.

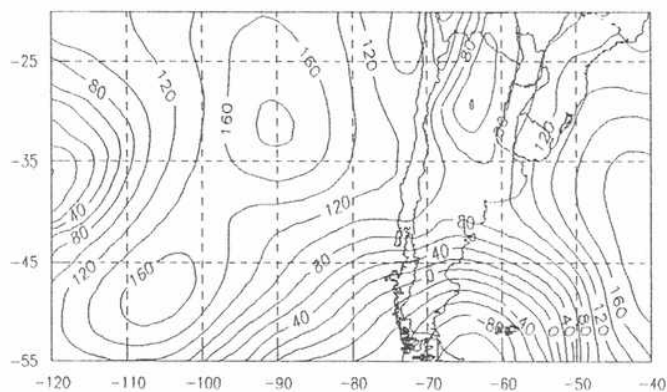
En 1000 hPa (Fig. 12) tres anticiclones intensos transitan por el Océano Atlántico, toman un modesto comienzo sobre el continente y se intensifican fuertemente sobre el Océano, y en una latitud bastante más austral que la normal. Hay ciclogénesis en el área sur de Brasil-norte de Uruguay los días 7, 11 y 14. La



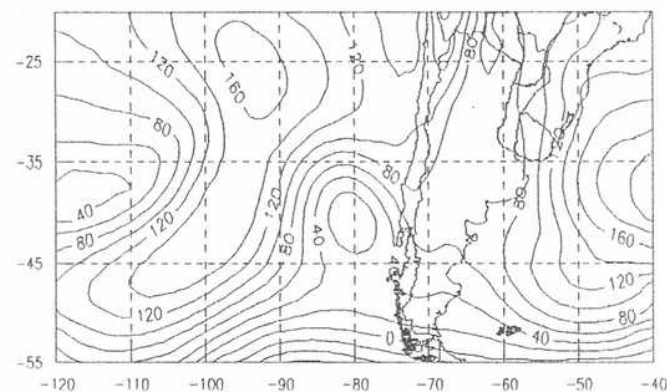
21/01/83



22/01/83

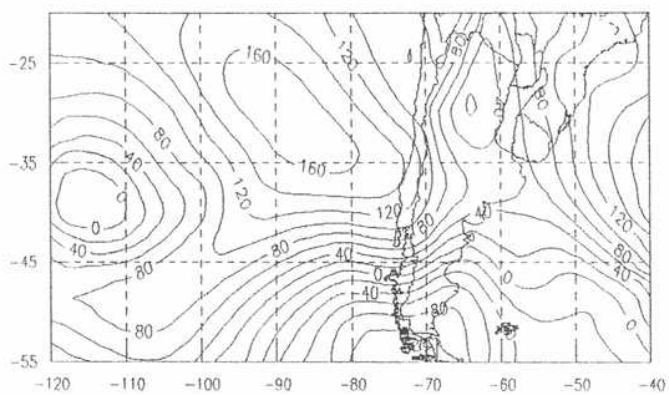


23/01/83

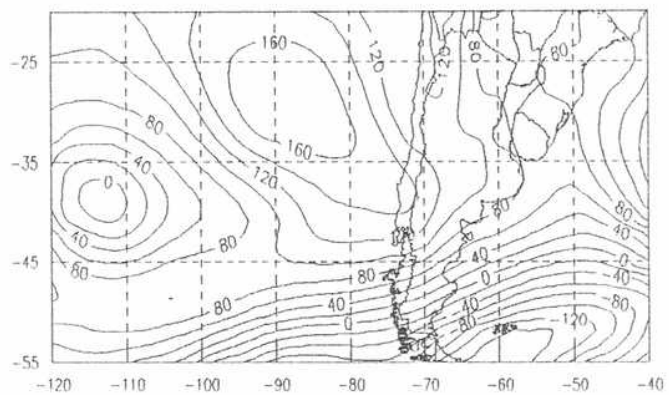


24/01/83

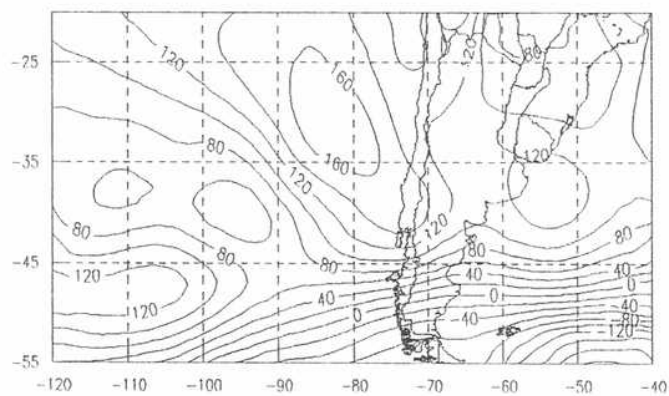
Fig. 10: Campos diarios de altura (mvp) en 1000 hPa del 21 al 31 de enero de 1983. Continúa.



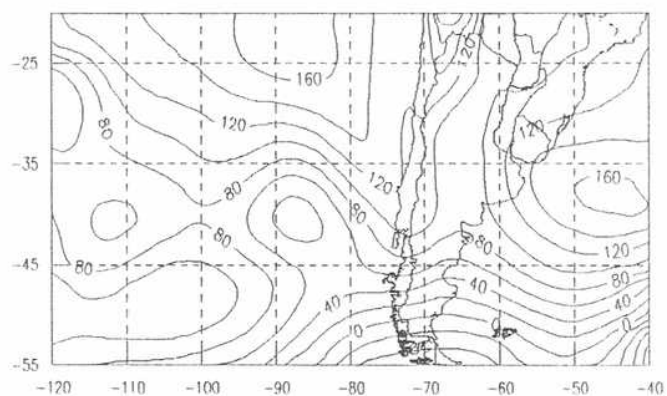
25/01/83



26/01/83

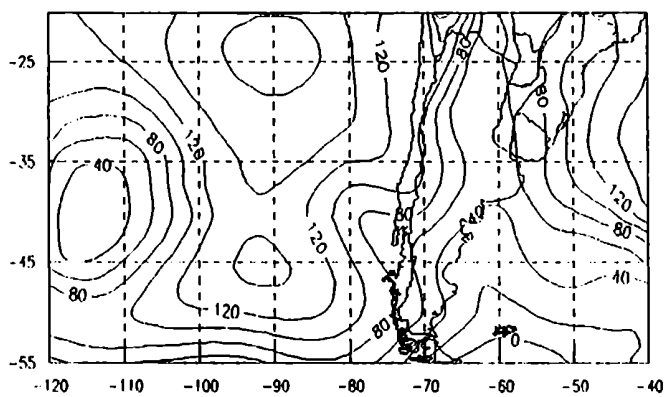


27/01/83

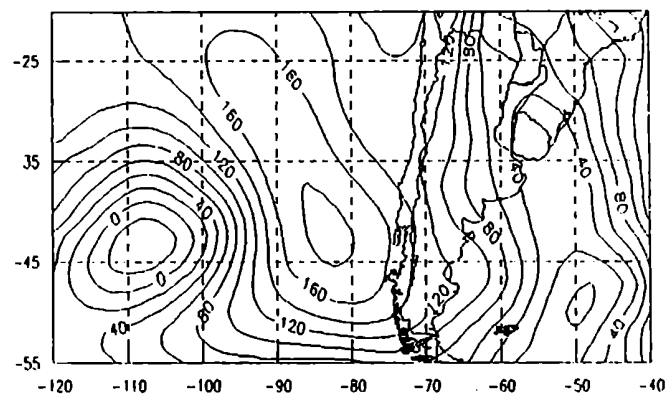


28/01/83

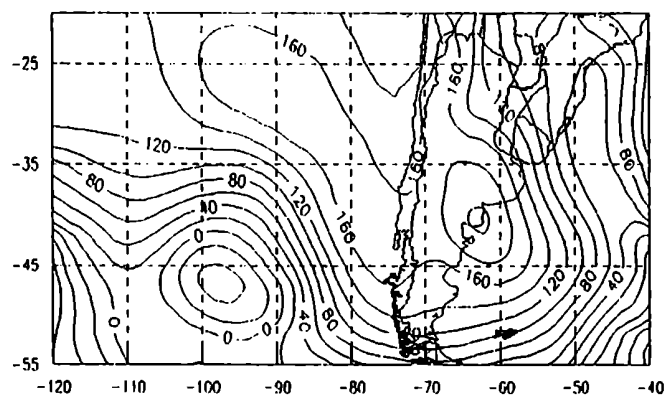
Fig. 10: Continuación



29/01/83

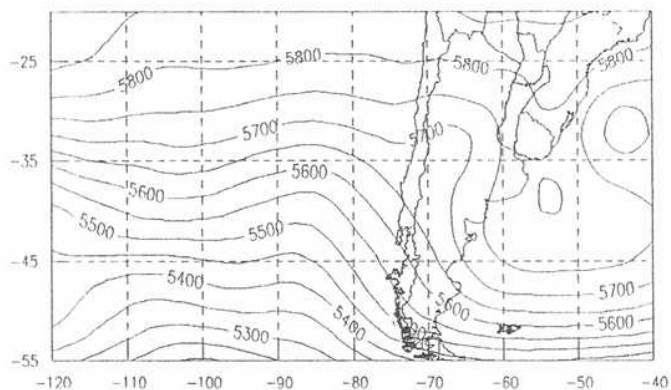


30/01/83

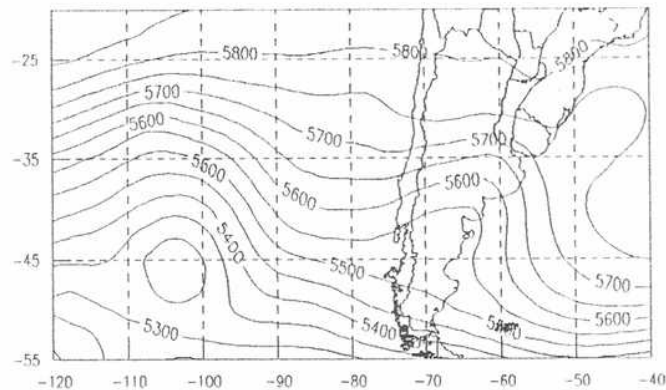


31/01/83

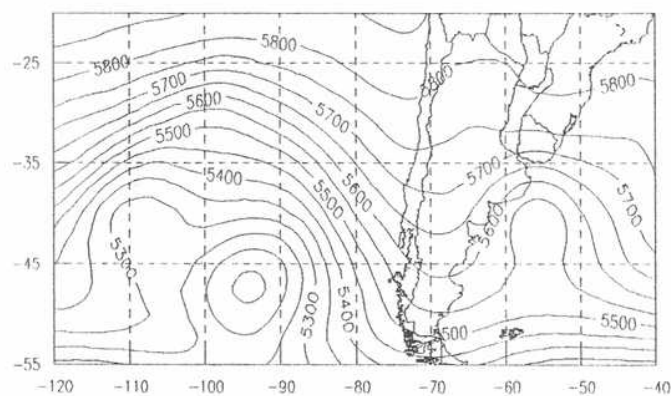
Fig. 10: Continuación



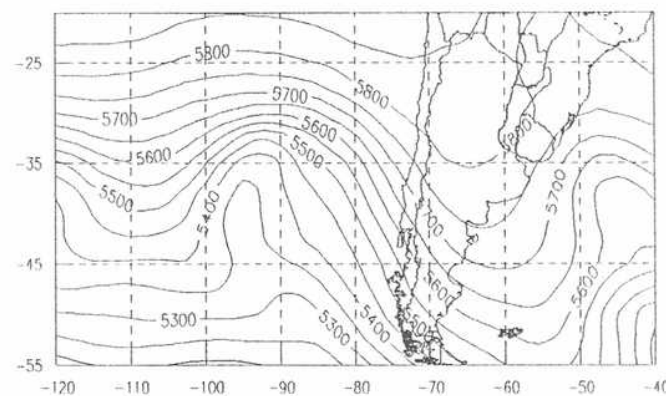
05/09/84



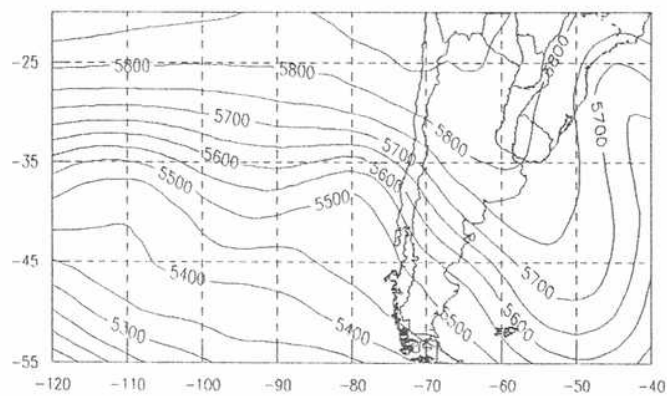
06/09/84



07/09/84

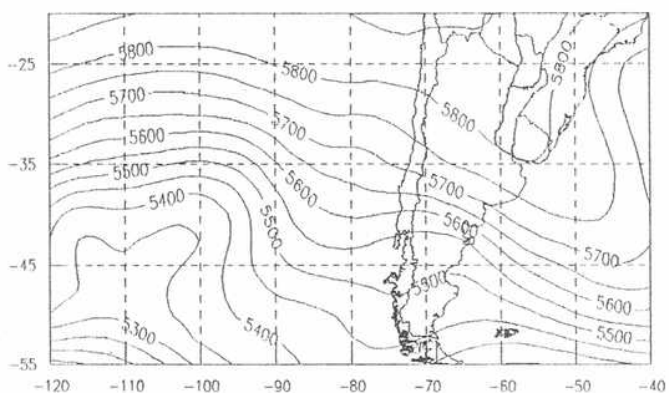


08/09/84

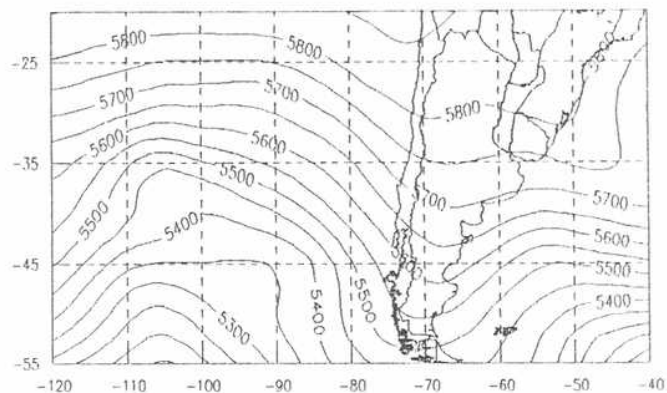


09/09/84

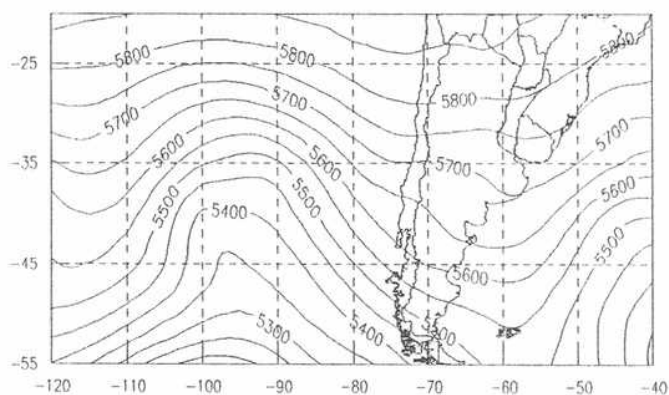
Fig.11: Campos diarios de altura (mcp) en 500 hPa del 5 al 14 de septiembre de 1984. Continúa.



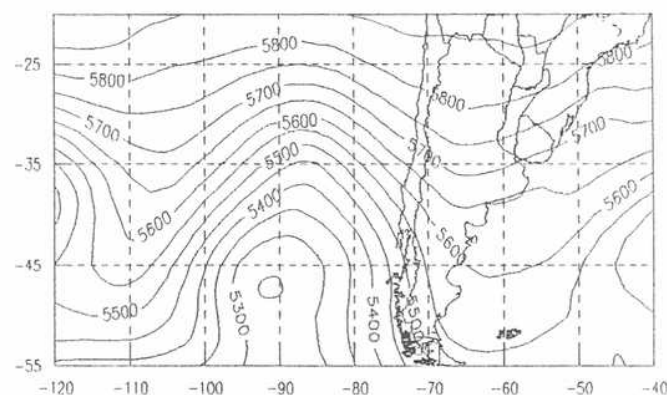
10/09/84



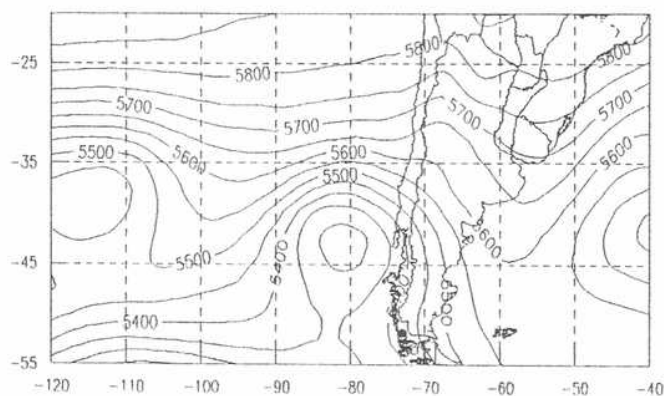
11/09/84



12/09/84

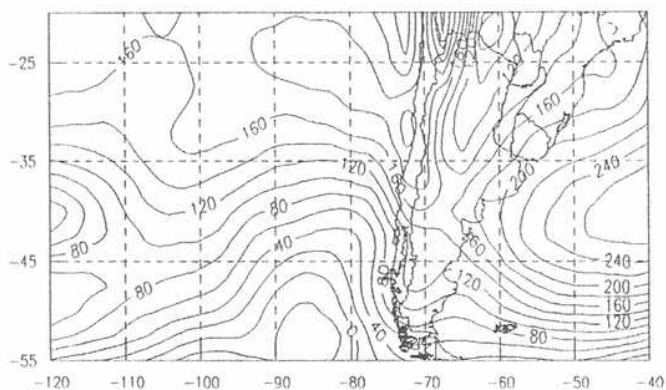


13/09/84

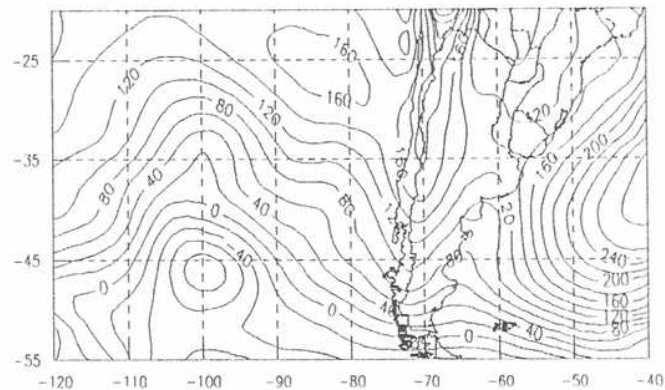


14/09/84

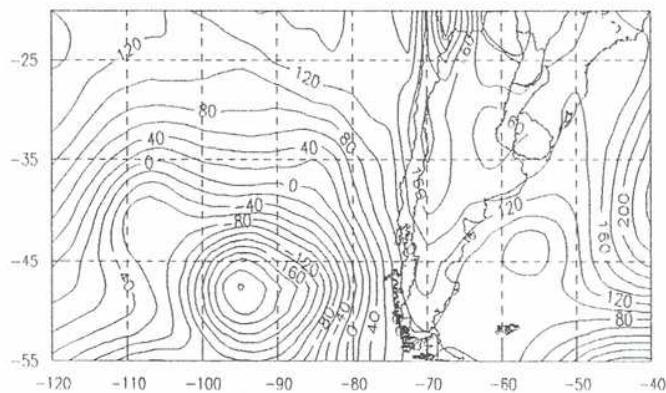
Fig.11: Continuación



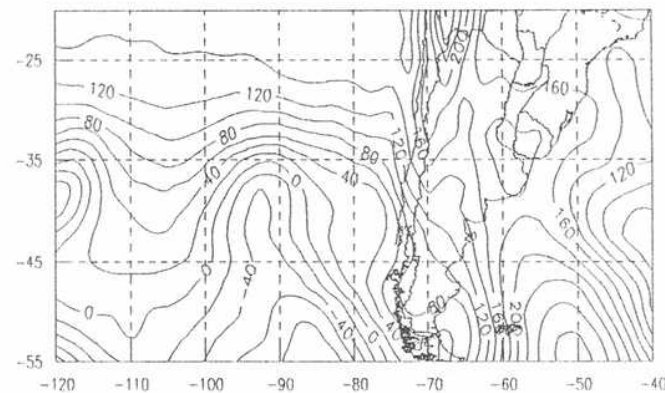
05/09/84



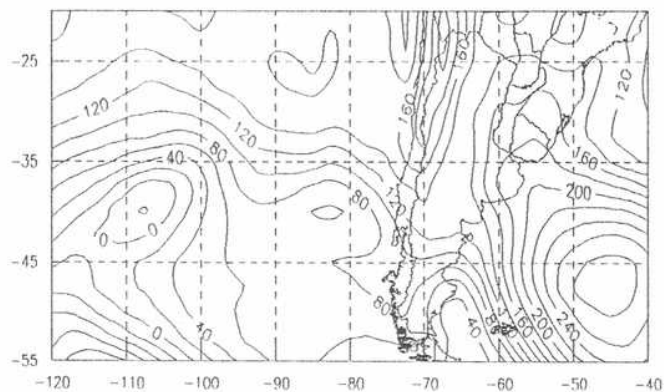
06/09/84



07/09/84

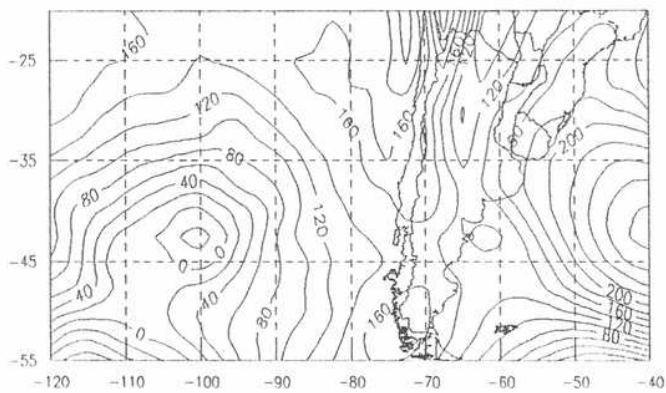


08/09/84

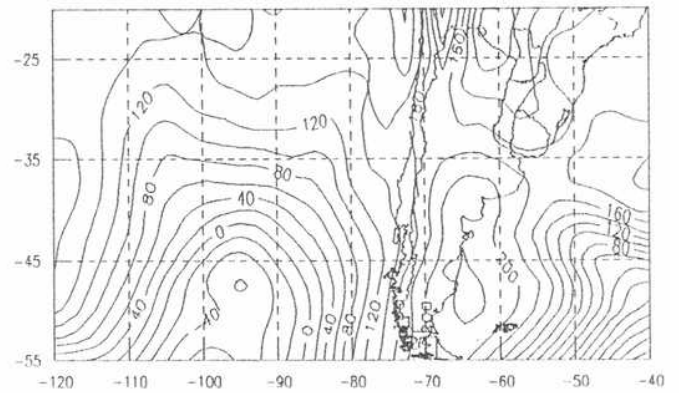


09/09/84

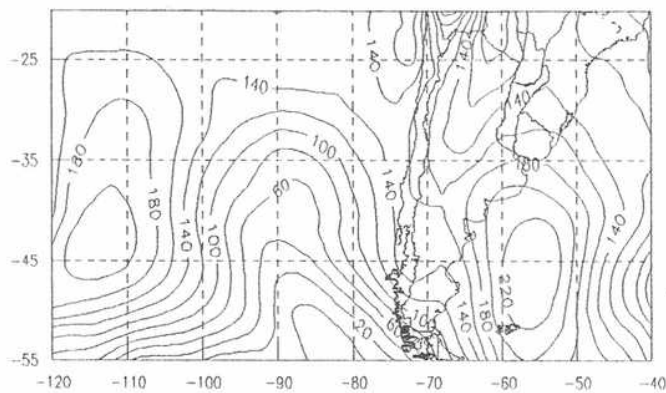
Fig.12: Campos diarios de altura (mgp) en 1000 hPa del 5 al 14 de septiembre de 1984. Continúa.



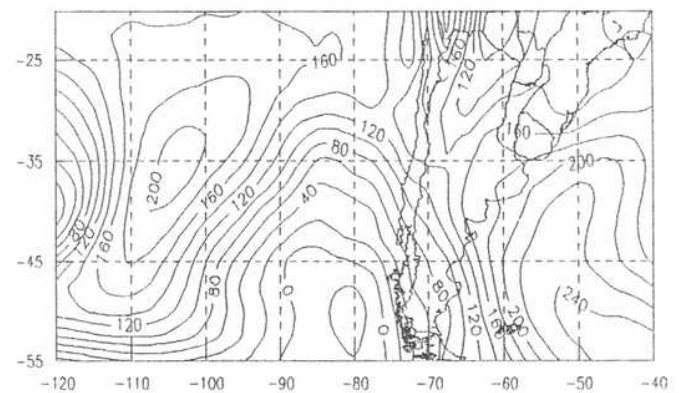
10/09/84



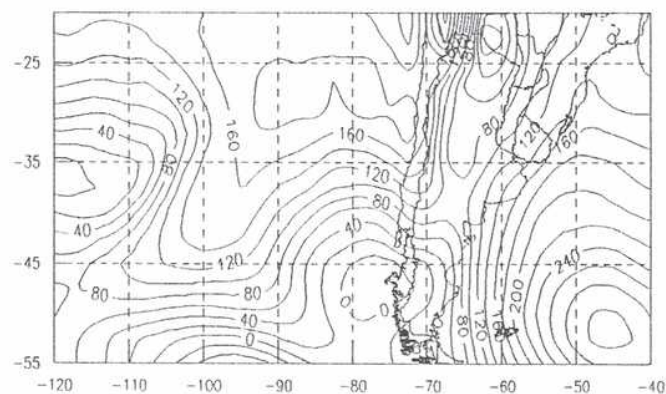
11/09/84



12/09/84



13/09/84



14/09/84

Fig.12: Continuación

asociación de ciclogénesis en el Litoral a este tipo de situación prevaleciente ha sido estudiado por Seluchi (1993). El anticiclón del Pacífico está muy debilitado y desplazado hacia el norte, en cambio la DNOA existe en forma ininterrumpida y en algunos días muy intensa.

El cambio en las situaciones correspondientes a índice meridional positivo y negativo queda bien ejemplificado en las situaciones de septiembre. En la figura 13 se han trazado las trayectorias de los anticiclones para ambos casos.

En septiembre de 1980, con una anomalía positiva en el índice meridional, los anticiclones entran desde el Pacífico hacia la Patagonia en alrededor de los 45°S para trasladarse luego al NNE hasta alcanzar sobre el continente los 30°S aproximadamente.

Luego se desplazan hacia el este con disminución de su presión central.

En cambio, en septiembre de 1984, con una anomalía negativa del índice meridional, las trayectorias tienen en general una dirección ONO-ESE y los anticiclones se intensifican sobre el Océano Atlántico.

2.3) En extremos positivos del índice zonal.

2.3.a) Enero de 1984.

En la figura 14 se analiza la situación diaria del 6 al 14 de enero en 500 hPa.

Mientras que al norte de 35°S la circulación del oeste es escasa, con frecuentes anticiclones cerrados de más de 5900 mmp, al sur los oestes son más intensos que normalmente y el pasaje de ondas es rápido y de poca amplitud.

En 1000 hPa (Fig. 15) los vientos intensos del oeste y sudoeste llegan solo hasta 42°S , salvo los días 13 y 14 en que se expandieron más hacia el norte. Dos circulaciones anticiclónicas débiles atraviesan el continente en aproximadamente 40°S y se trasladan velozmente hacia el este. Los días 6,9

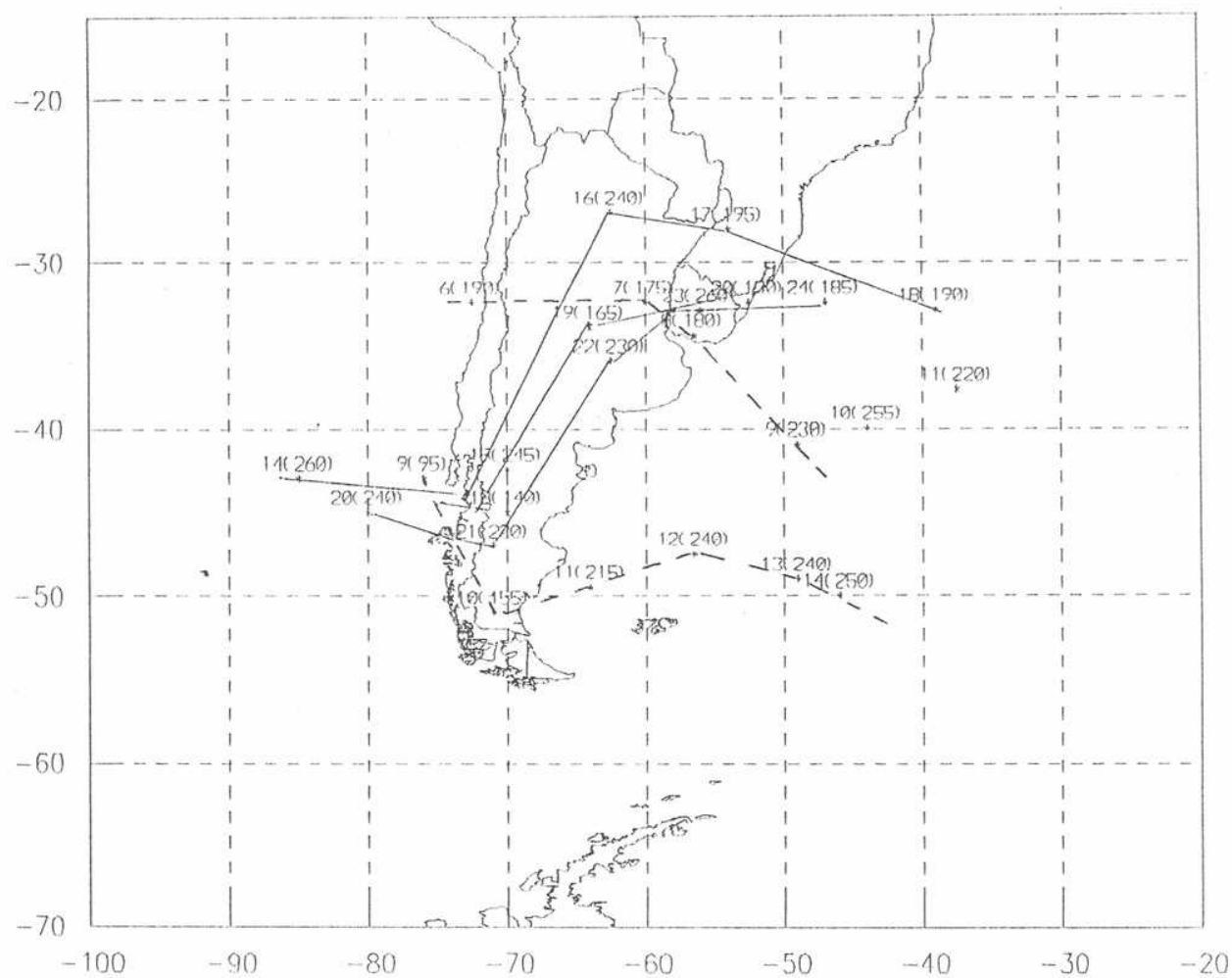
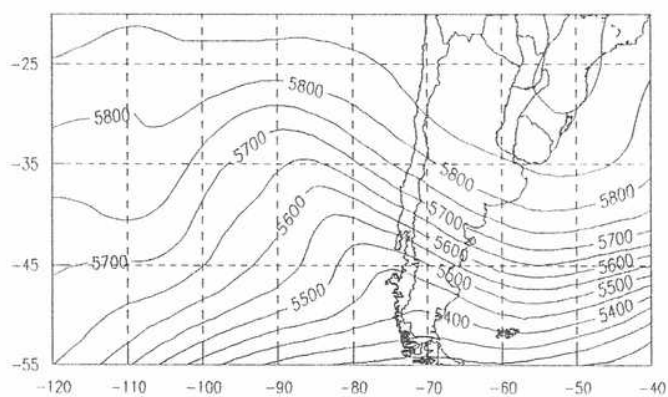
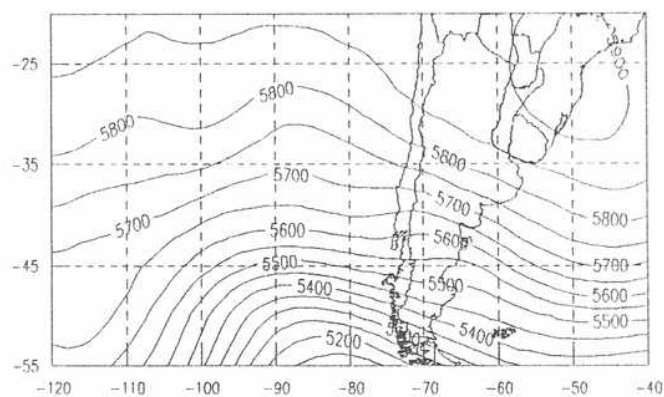


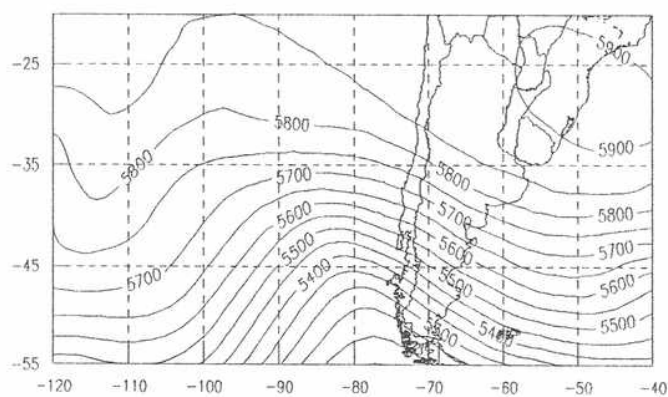
Fig.13: Trayectorias de anticiclones en septiembre de 1980 (____ R(+)) y en septiembre de 1984 (---- R(-)). Día(mgp).



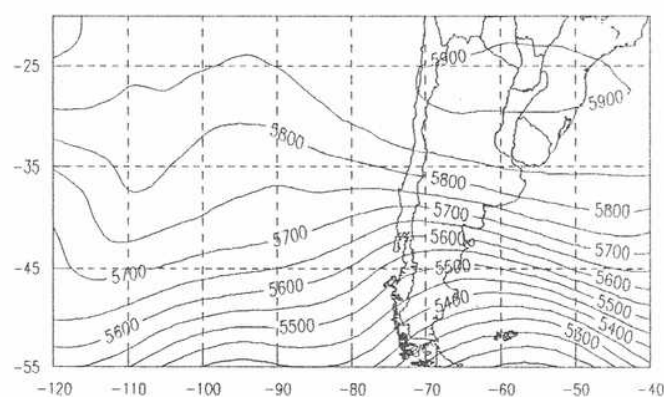
06/01/84



07/01/84

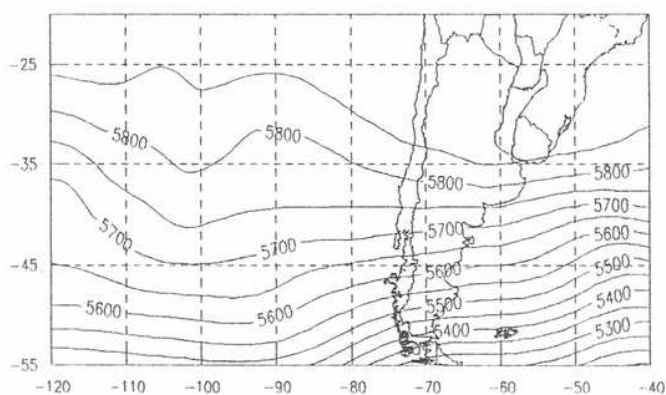


08/01/84

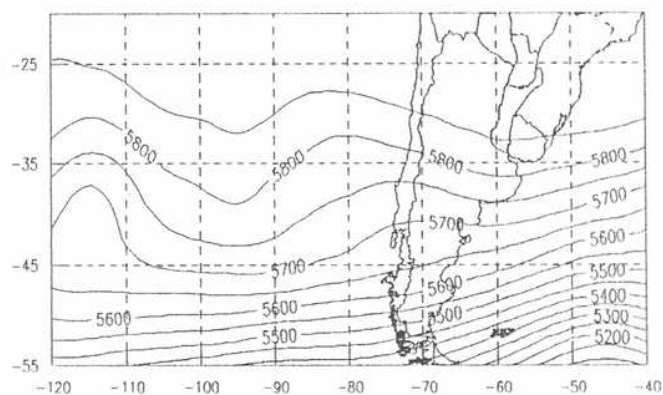


09/01/84

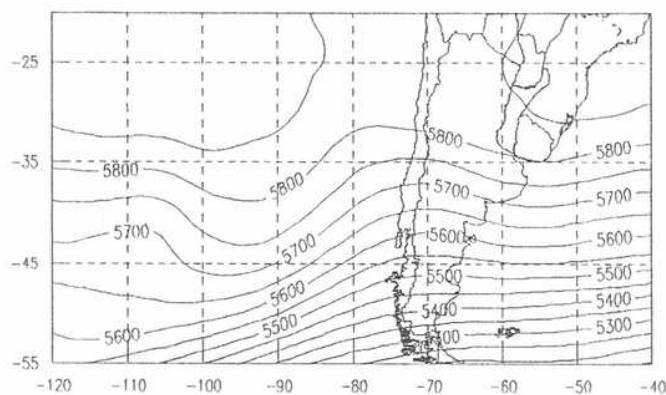
Fig. 14: Campos diarios de altura (mvp) en 500 hPa del 6 al 14 de enero de 1984. Continúa.



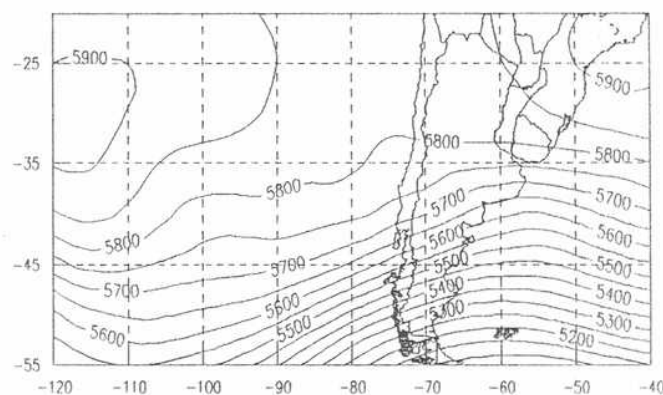
10/01/84



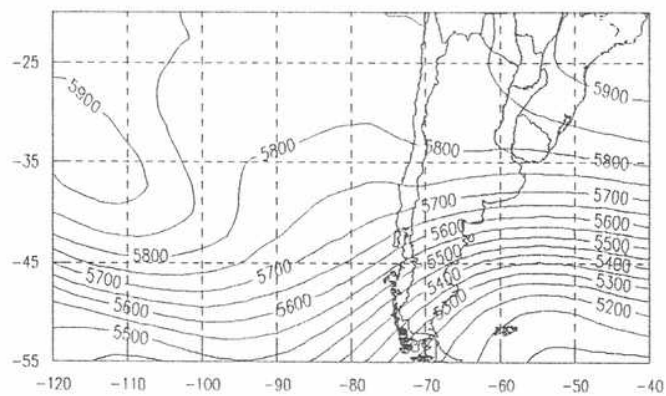
11/01/84



12/01/84

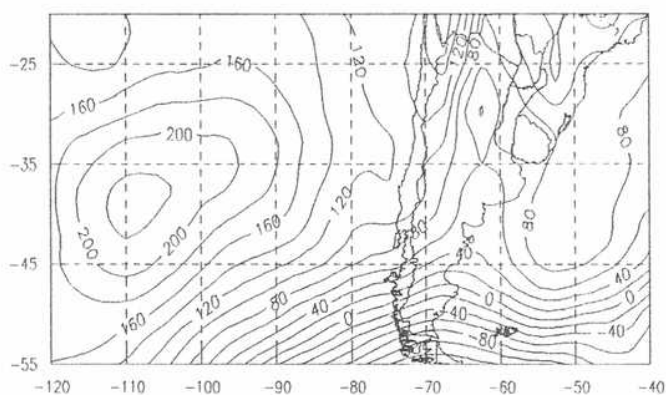


13/01/84

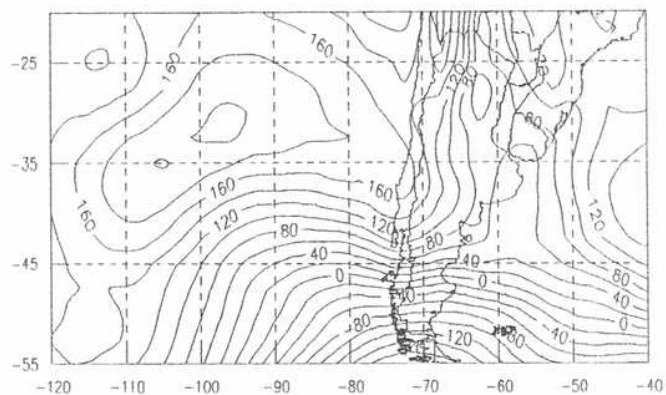


14/01/84

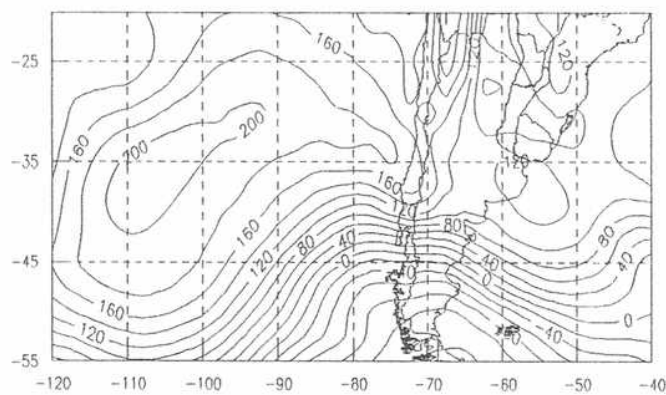
Fig. 14: Continuación



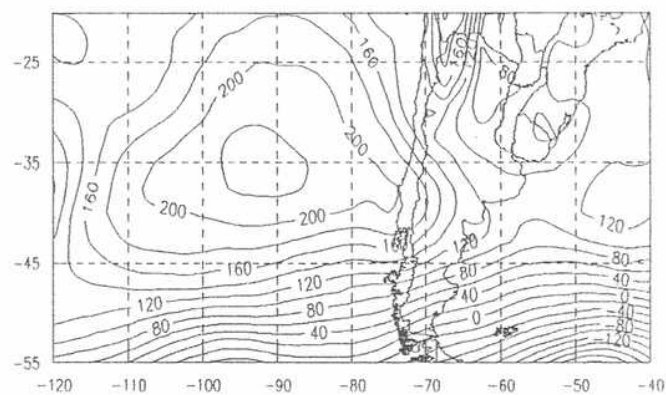
06/01/84



07/01/84

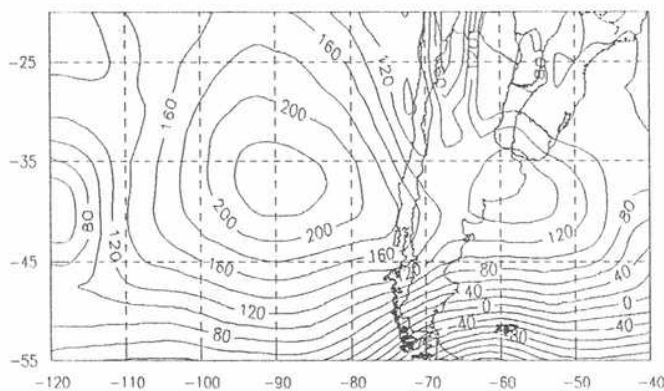


08/01/84

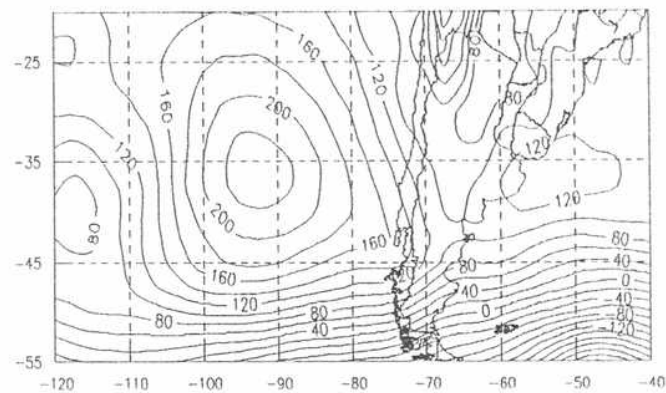


09/01/84

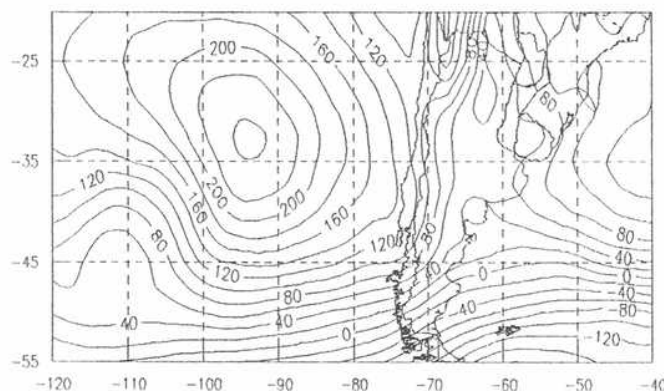
Fig. 15: Campos diarios de altura (mcp) en 1000 hPa del 6 al 14 de enero de 1984. Continúa.



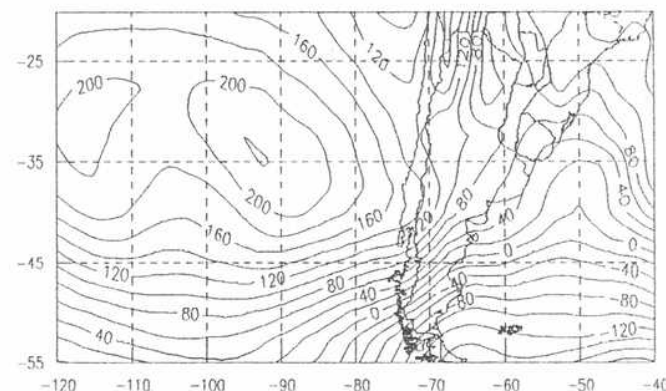
10/01/84



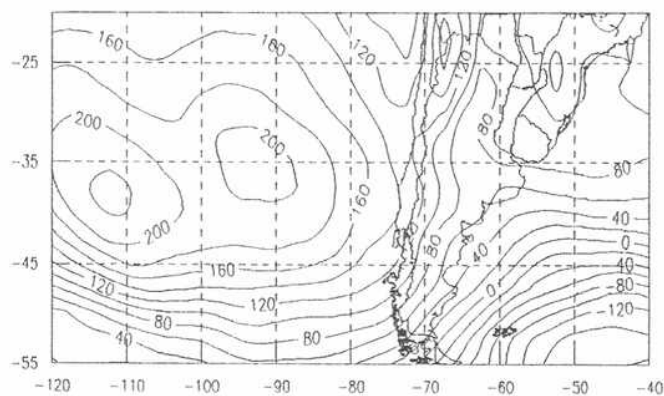
11/01/84



12/01/84



13/01/84



14/01/84

Fig. 15: Continuación

y 12 se observa una ciclogénesis débil sobre el Uruguay.

2.3.b) Junio de 1983.

En la figura 16 se representa el análisis de 12 UTC en 500 hPa de los días 17 al 26 de junio.

Similarmenle a lo que se vio en enero, la circulación del oeste es muy intensa fundamentalmente en el norte de la Patagonia. El pasaje de vaguadas y cuñas es rápido aunque con mayor amplitud respecto de enero.

En 1000 hPa (Fig. 17) depresiones intensas atraviesan al sur de la Patagonia, provocando temporales en el sector oeste.

En este caso los oestes llegan en varios días hasta el Río de la Plata.

El día 18 se observa el pasaje rápido de un anticiclón débil por la provincia de Buenos Aires hacia el Atlántico, es seguido por una ciclogénesis en el litoral el día 19. El 23 hay una anticiclogesis sobre Neuquén, sistema que domina la situación en la Argentina hasta el final del período estudiado cuando se estaciona cerca de Florianópolis.

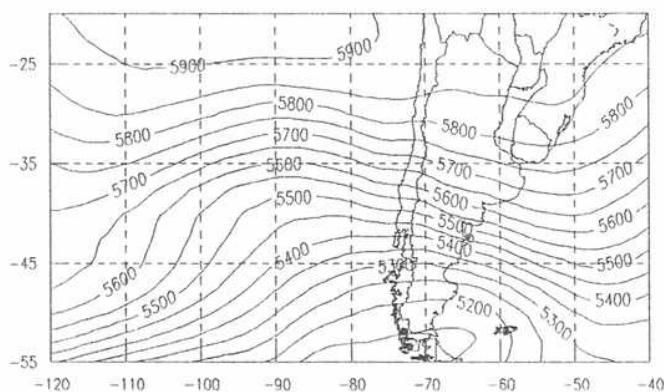
2.4) En extremos negativos del índice zonal.

2.4.a) Enero de 1981.

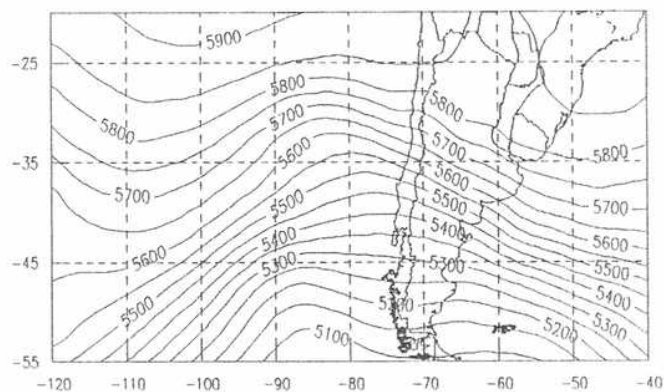
En la figura 18 se representa la situación diaria en 500 hPa del 16 al 27 de enero.

Al sur de 35° es donde se nota principalmente la disminución de los oestes. Las ondas ahora son de gran amplitud y de avance lento. Entre los días 23 y 27 se hace visible una depresión segregada frente a las costas chilenas en 40°S.

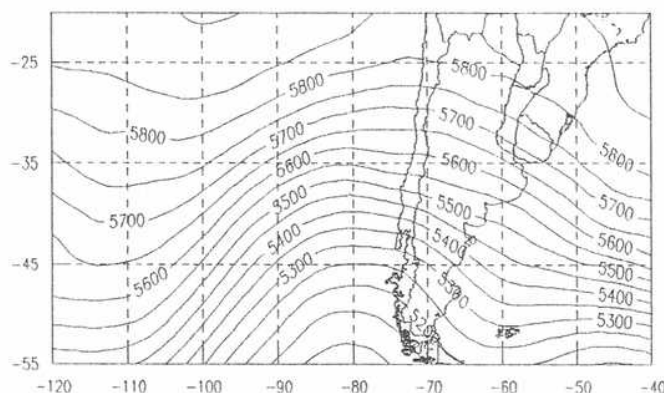
En 1000 hPa (Fig. 19) el Océano Atlántico está dominado por anticiclones relativamente intensos y desplazados hacia el sur. En cambio en el Pacífico el anticiclón subtropical ha sido desalojado por un sistema bloqueante con un anticiclón en 55°S



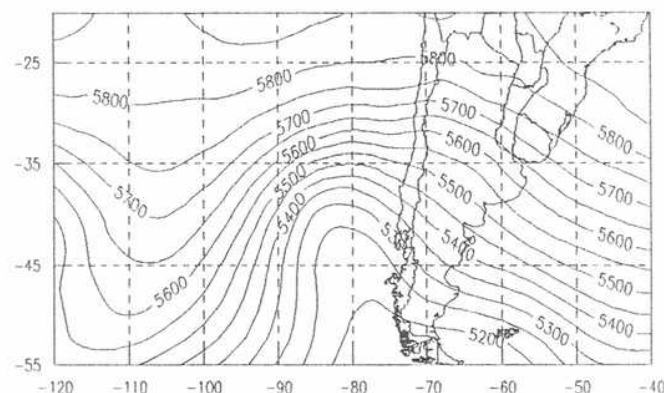
17/06/83



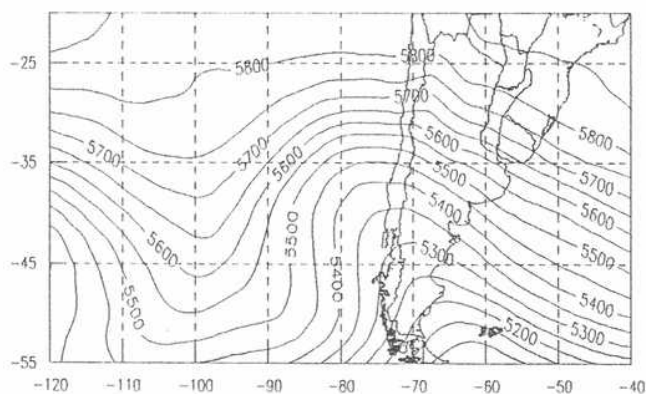
18/06/83



19/06/83

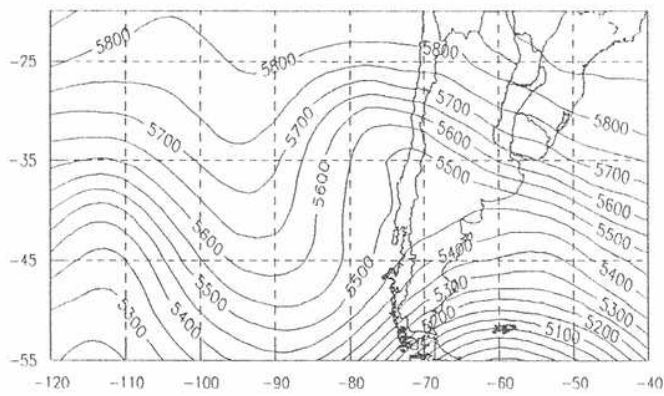


20/06/83

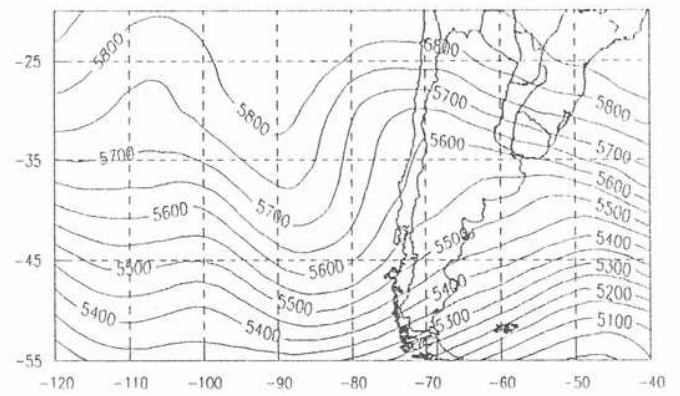


21/06/83

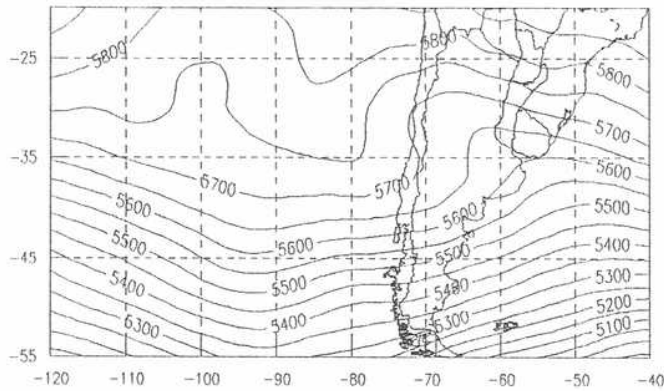
Fig.16: Campos diarios de altura (mcp) en 500 hPa del 17 al 26 de junio de 1983. Continúa.



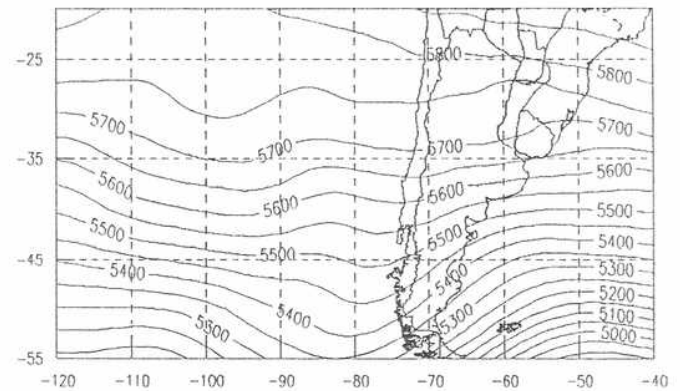
22/06/83



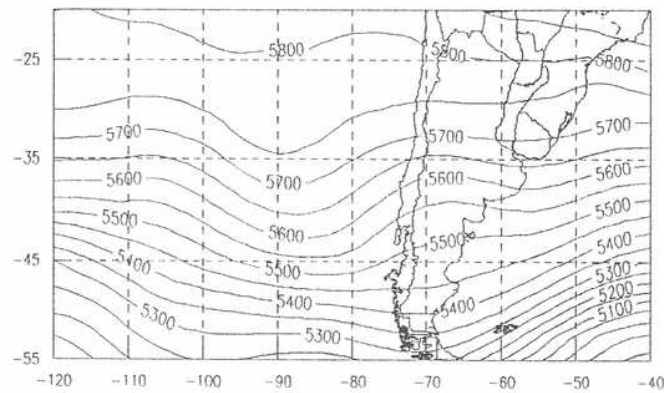
23/06/83



24/06/83

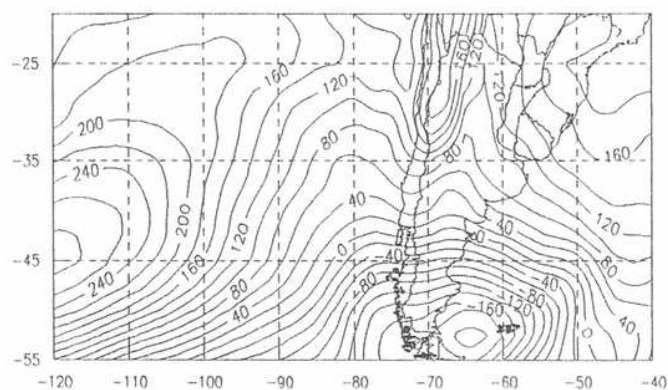


25/06/83

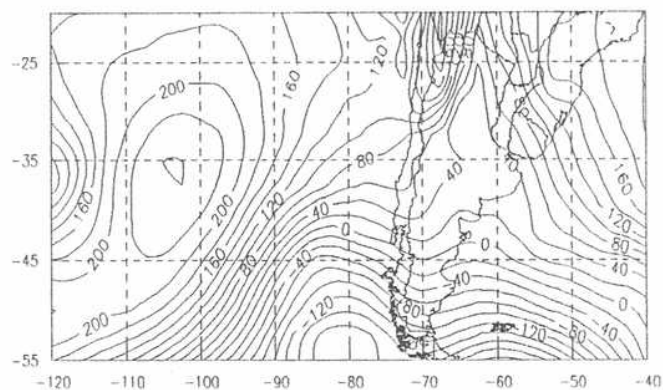


26/06/83

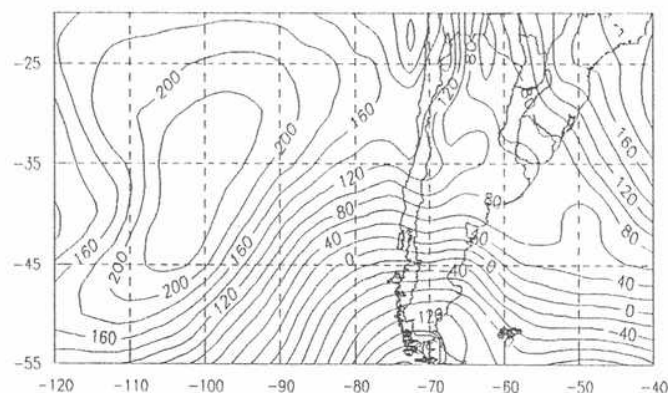
Fig.16: Continuación.



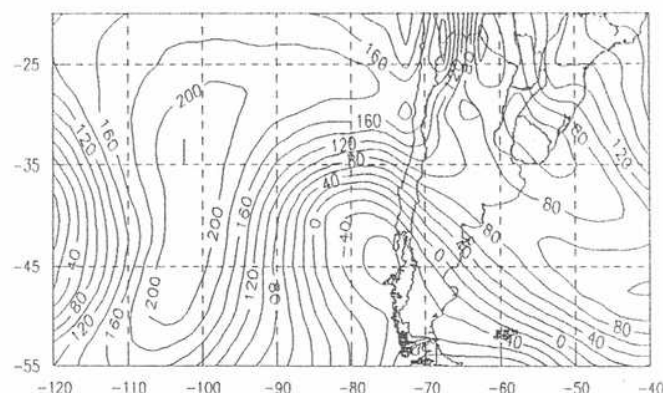
17/06/83



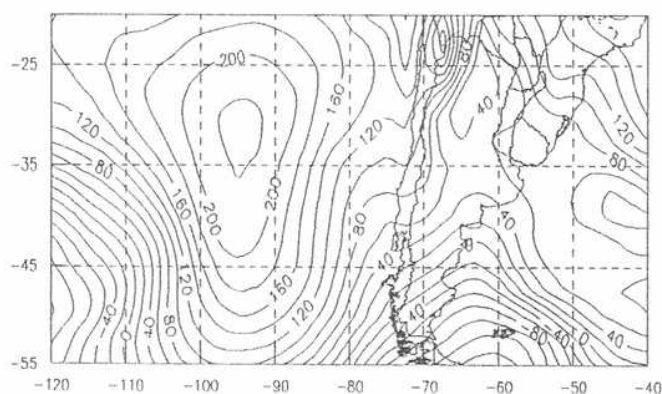
18/06/83



19/06/83

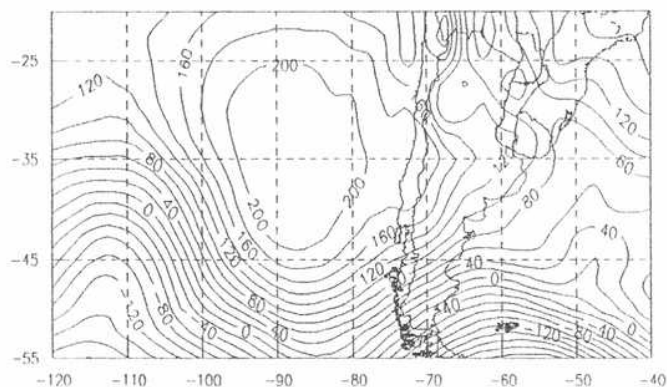


20/06/83

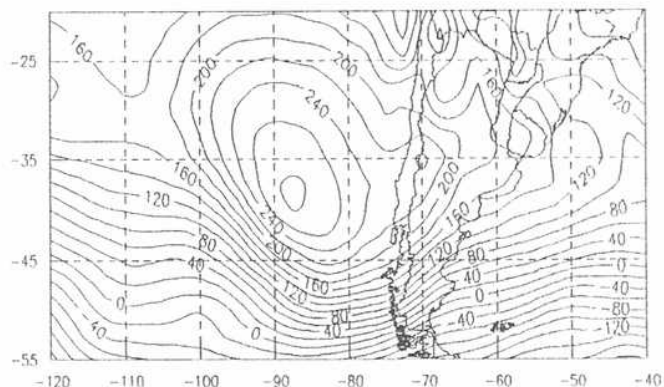


21/06/83

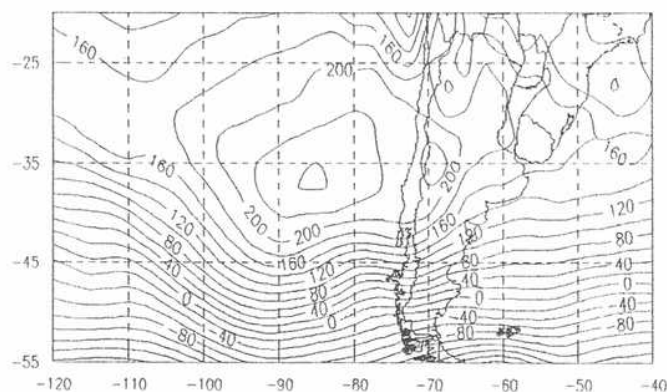
Fig.17: Campos diarios de altura (mcp) en 1000 hPa del 17 al 26 de junio de 1983. Continúa.



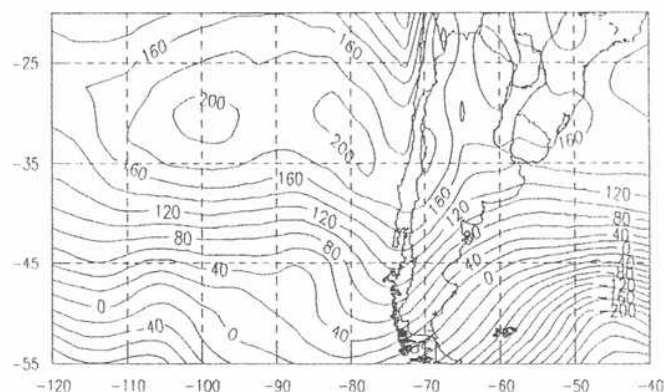
22/06/83



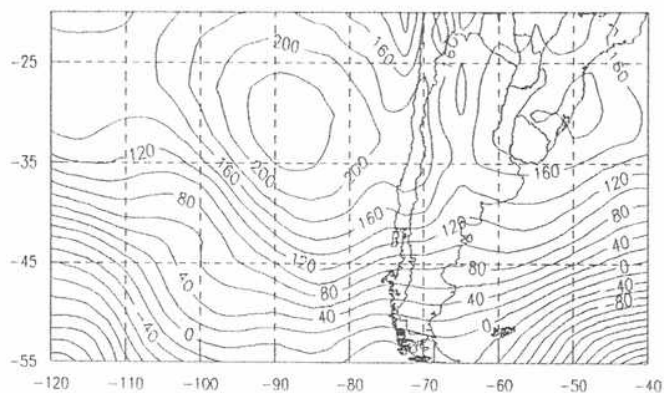
23/06/83



24/06/83

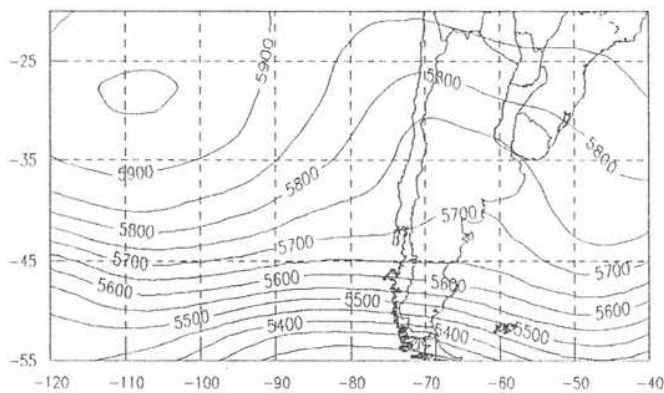


25/06/83

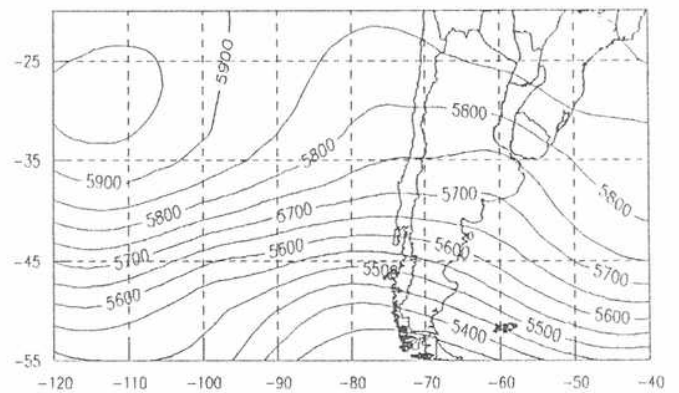


26/06/83

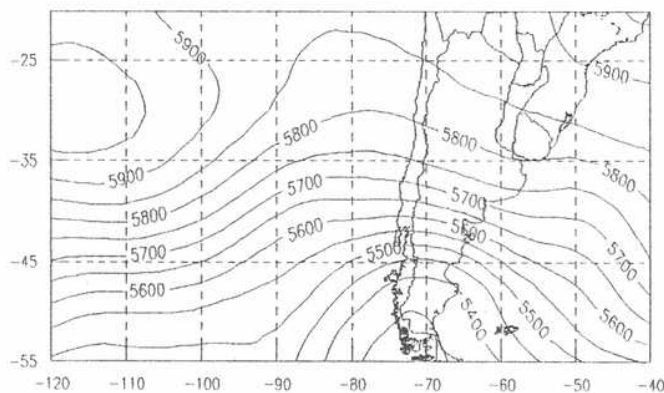
Fig.17: Continuación.



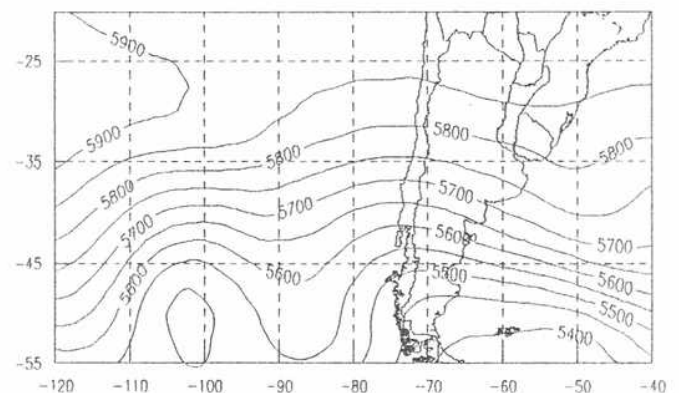
16/01/81



17/01/81

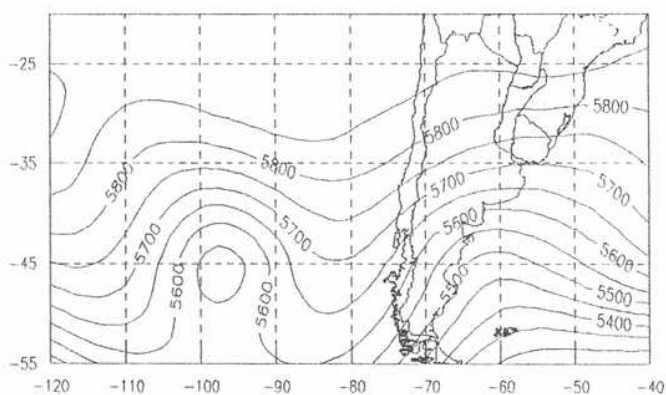


18/01/81

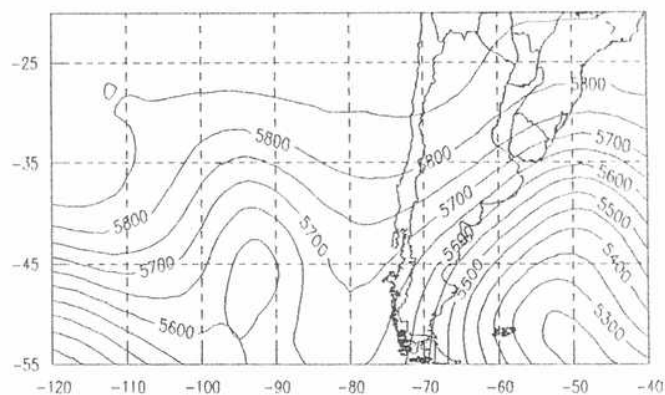


19/01/81

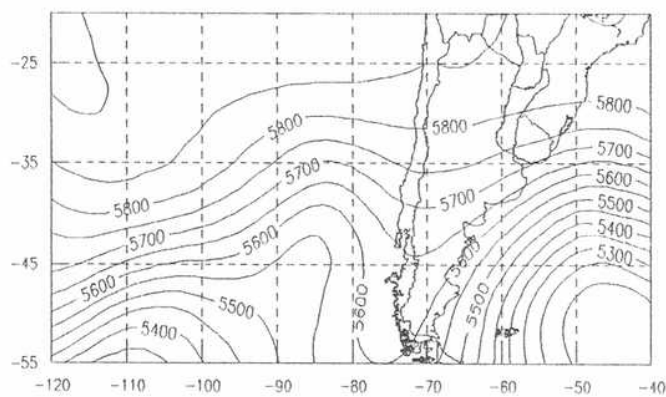
Fig. 18: Campos diarios de altura (m_gp) en 500 hPa del 16 al 27 de enero de 1981. Continúa.



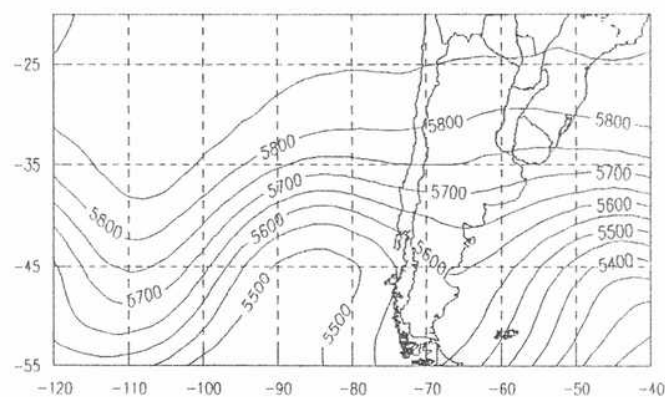
20/01/81



21/01/81

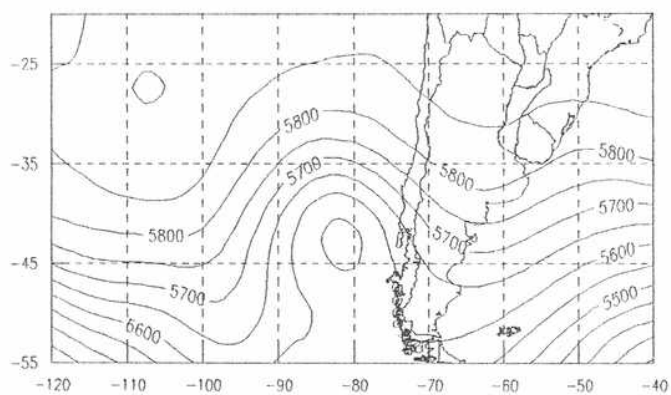


22/01/81

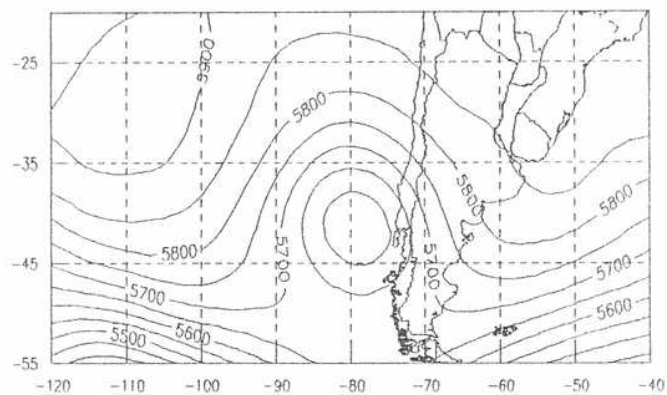


23/01/81

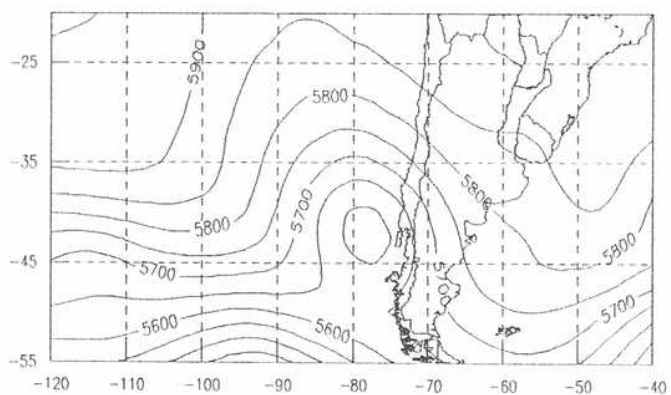
Fig. 18: Continuación



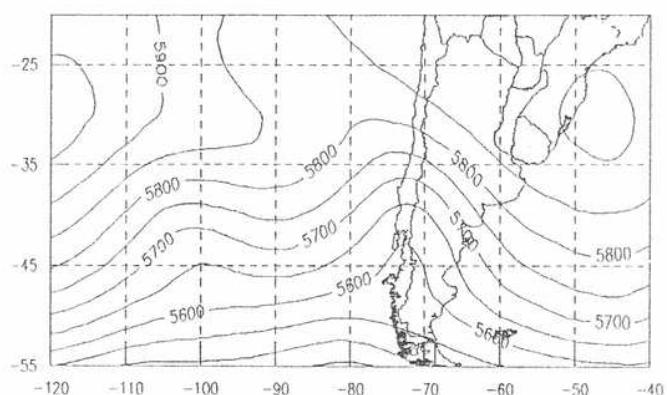
24/01/81



25/01/81

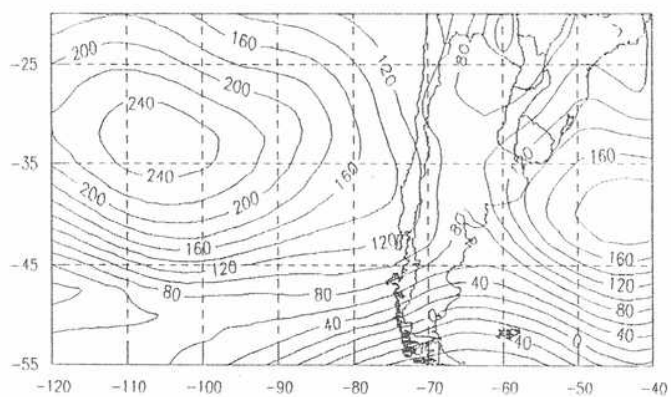


26/01/81

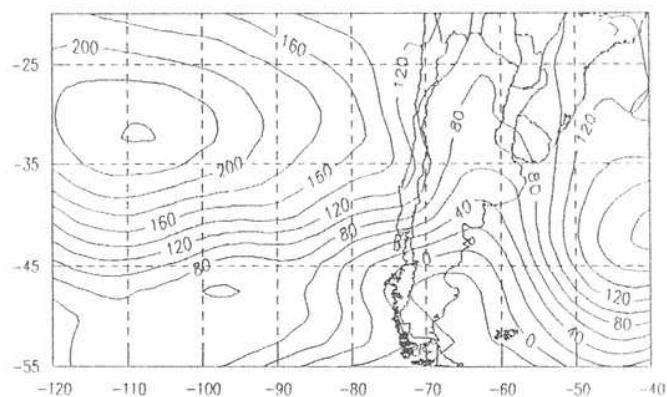


27/01/81

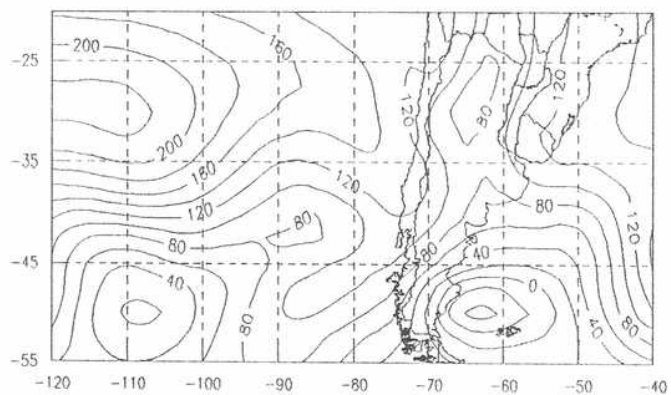
Fig. 18: Continuación



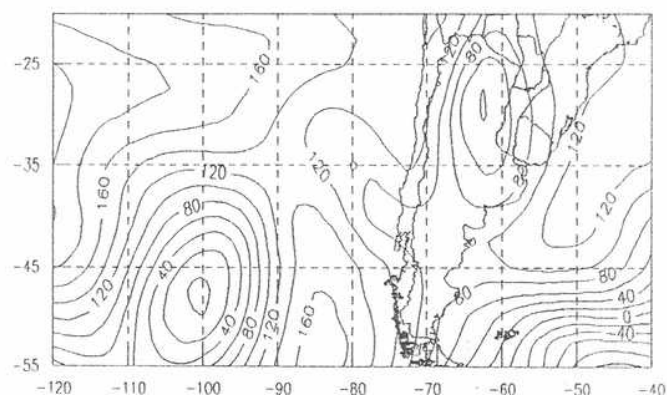
16/01/81



17/01/81

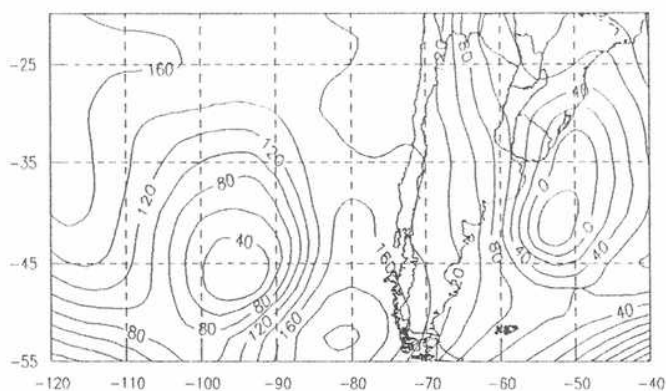


18/01/81

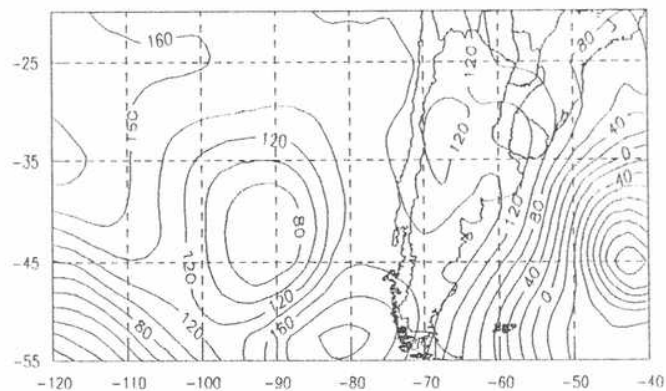


19/01/81

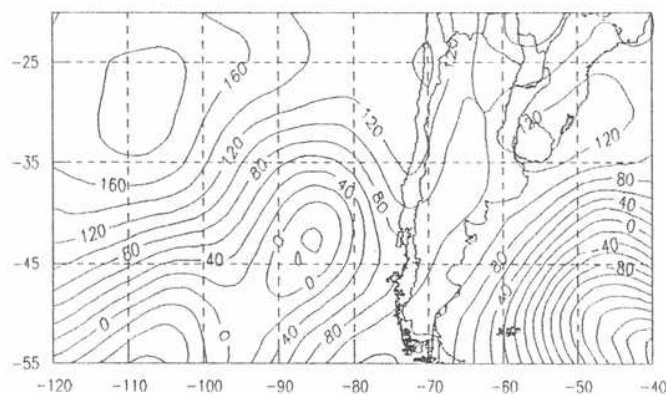
Fig. 19: Campos diarios de altura (mgs) en 1000 hPa del 16 al 27 de enero de 1981. Continúa.



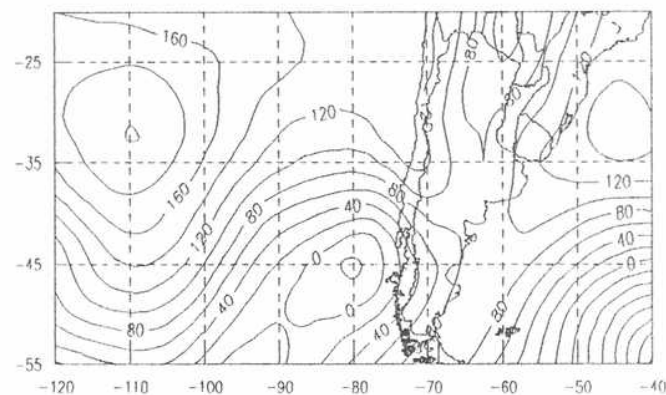
20/01/81



21/01/81

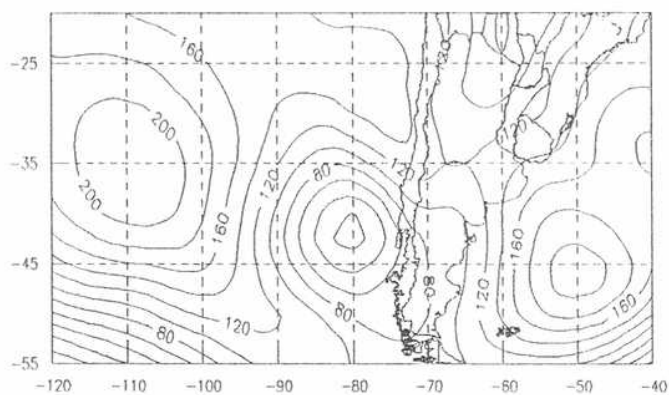


22/01/81

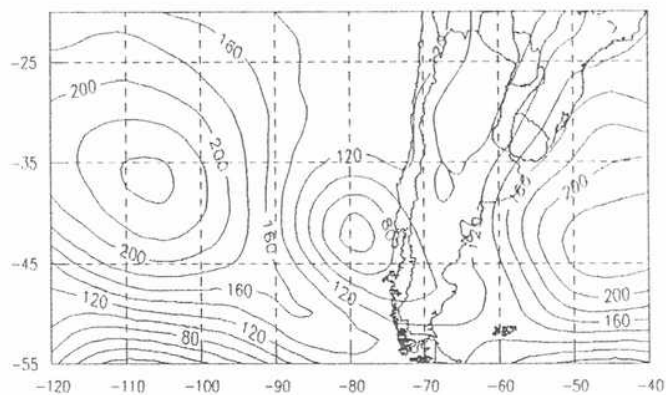


23/01/81

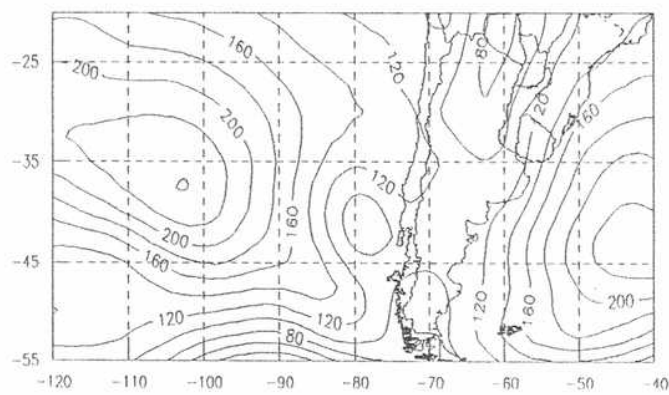
Fig. 19: Continuación



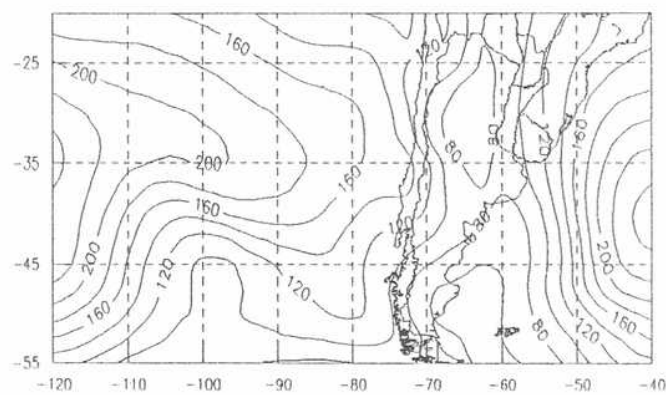
24/01/81



25/01/81



26/01/81



27/01/81

Fig. 19: Continuación

y una depresión segregada en 45°S.

Hay una ciclogénesis, que se sitúa el día 19 en Córdoba y se traslada rápidamente hacia el sud-sudeste, intensificándose el día 22 en 55°S.

2.4 b) Junio de 1984.

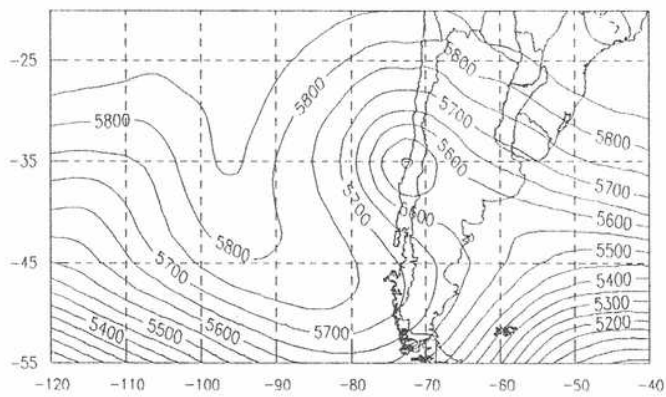
En la figura 20 se reproduce el análisis diario en 500 hPa del 3 al 12 de junio.

En general la situación se presenta fuertemente perturbada.

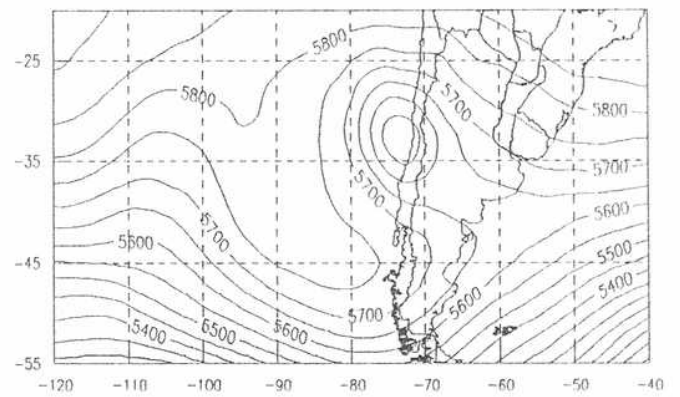
En el Pacífico Sur, sobre 80°O hay una cuña permanente, relacionada con una acción bloqueante. Una intensa vaguada segregada en 35°S afecta al continente del 3 al 7. Otra vaguada intensa afecta a la Argentina entre el 7 y el 10.

En 1000 hPa (Fig. 21) llama la atención las dos ciclogénesis intensas sobre el sur de Brasil, asociadas a las perturbaciones ciclónicas en 500 hPa (Ver también Grandoso y Nuñez (1955)).

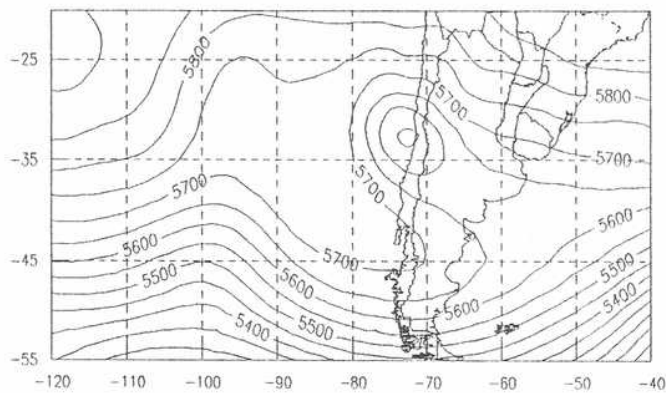
Sobre el extremo sur de la Patagonia existe una cuña permanente formando un anticiclón en los dos últimos días del período estudiado.



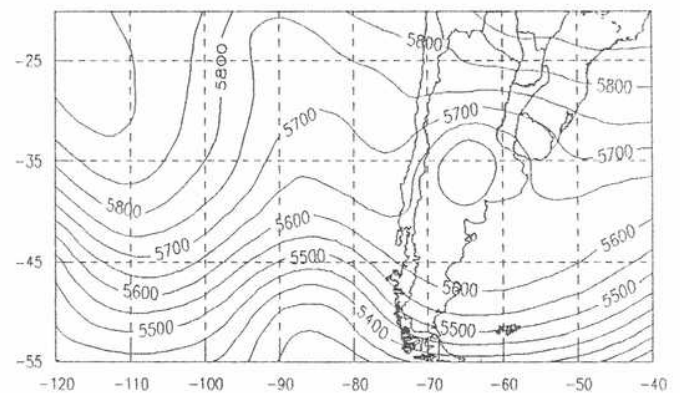
03/06/84



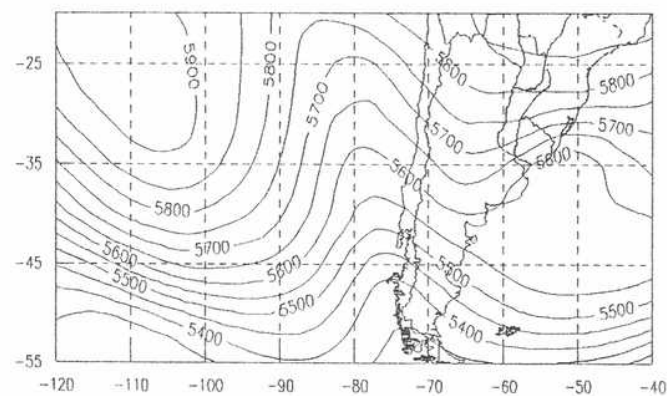
04/06/84



05/06/84

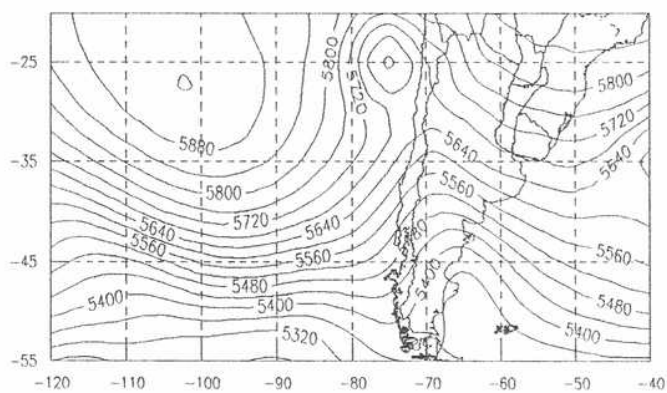


06/06/84

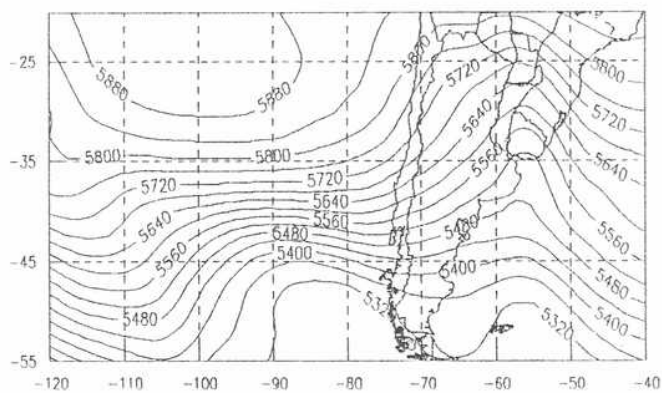


07/06/84

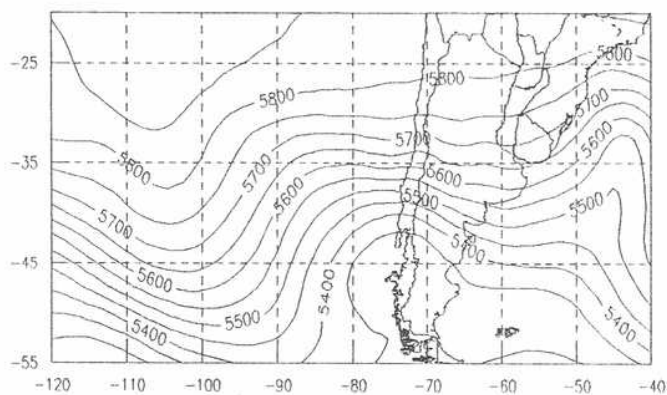
Fig.20: Campos diarios de altura (mcp) en 500 hPa del 3 al 12 de junio de 1884. Continúa.



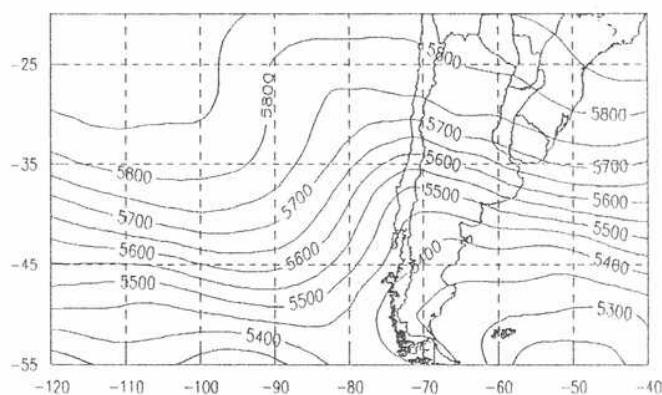
08/06/84



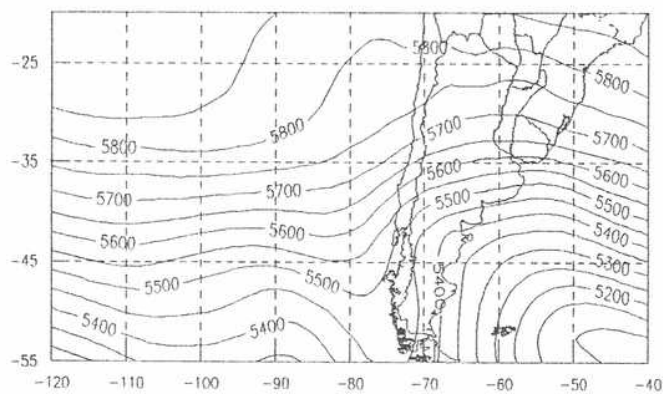
09/06/84



10/06/84

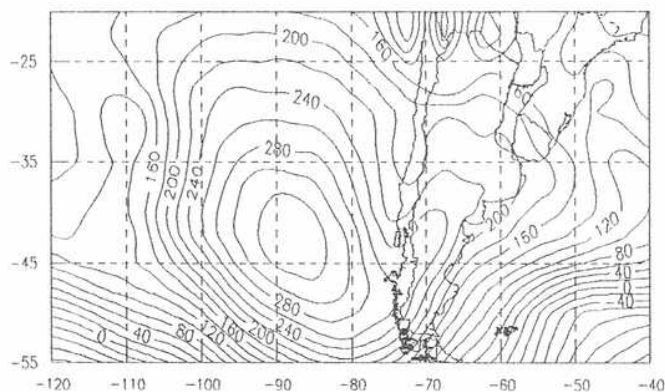


11/06/84

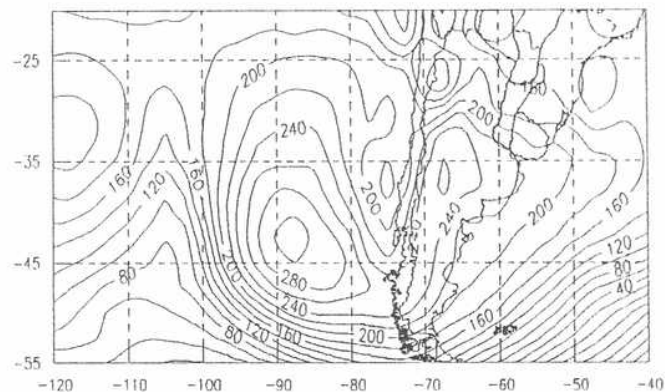


12/06/84

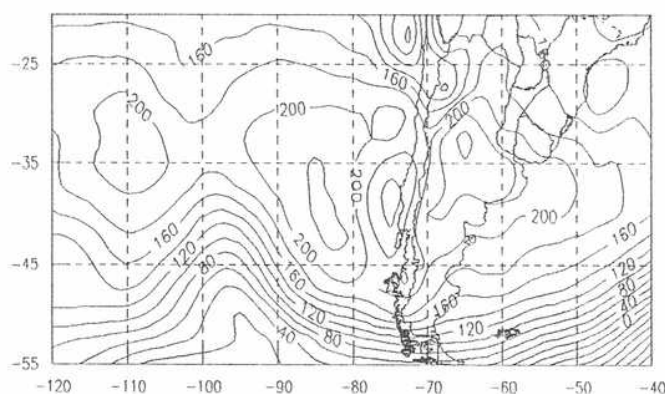
Fig.20: Continuación



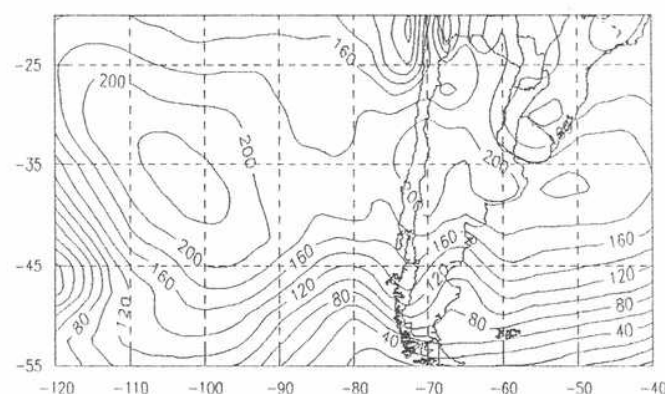
03/06/84



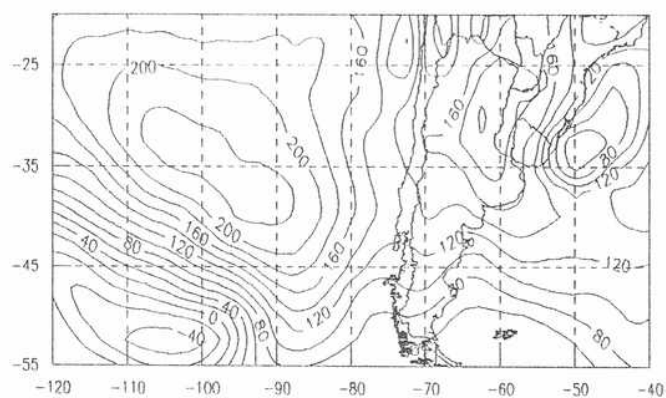
04/06/84



05/06/84

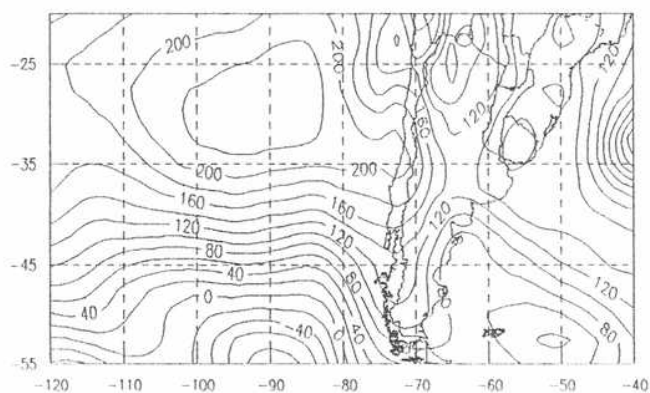


06/06/84

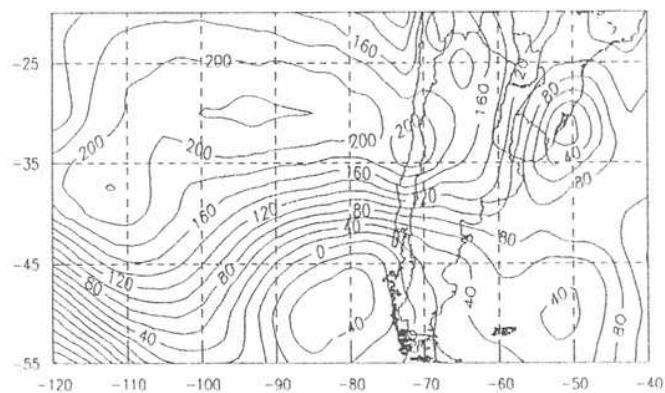


07/06/84

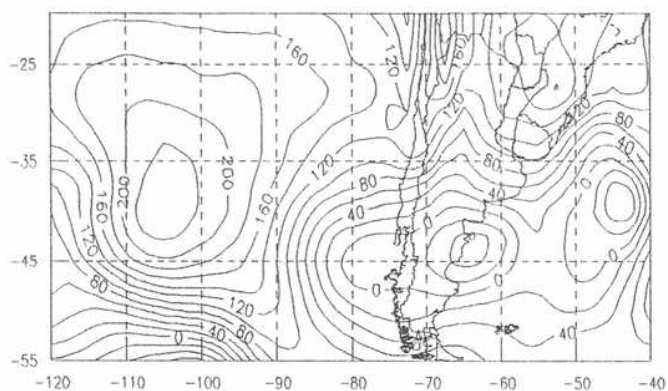
Fig.21: Campos diarios de altura (mcp) en 1000 hPa del 3 al 12 de junio de 1884. Continúa.



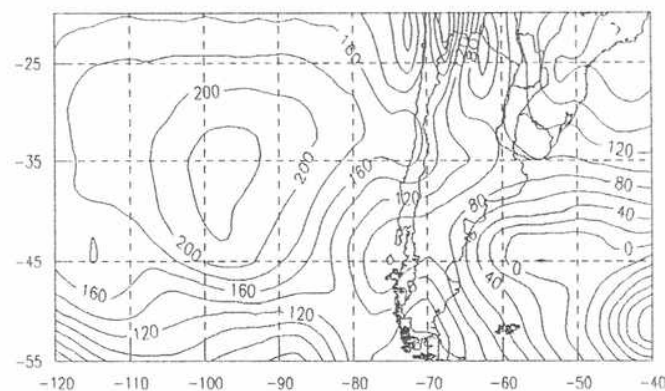
08/06/84



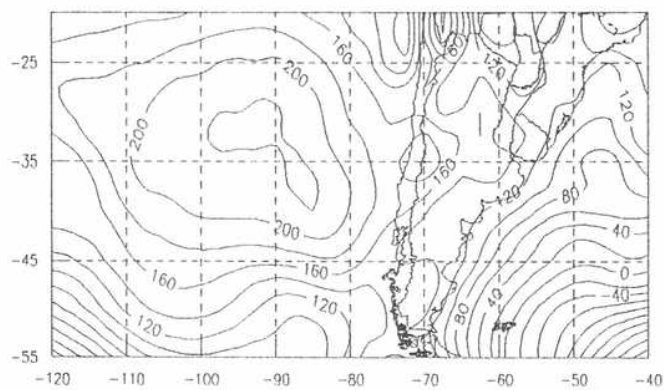
09/06/84



10/06/84



11/06/84



12/06/84

Fig.21: Continuación

CAPITULO V

RELACION ENTRE LA SITUACION SINOPTICA PREVALECIENTE Y LA TEMPERATURA EN LA ARGENTINA

INTRODUCCION

En este Capítulo de la tesis se trata de relacionar la circulación atmosférica, a través de los índices zonal, meridional y de curvatura, en los niveles de 1000 y 500 hPa, con la temperatura en superficie de siete estaciones del territorio argentino que representan a distintas regiones climáticas del mismo.

DATOS UTILIZADOS

Se utilizaron los datos diarios del período 1980- 1988 de los análisis de 12 UTC del Centro Europeo de Pronóstico de Mediano Plazo y las series de temperatura que corresponden a las medias diarias de Salta(24°51'S,65°29'O),Corrientes (27°28'S, 58°49'O),Córdoba(31°24'S,64°11'O), Santa Rosa(36°34'S,64°16'O), Ezeiza(34°50'S,58°32'O), Bariloche(41°06'S,71°10'O)y Comodoro Rivadavia(45°47'S,67°30'O), suministradas por el Servicio Meteorológico Nacional.

ASOCIACION DE LOS INDICES CON LA TEMPERATURA

A-1) Coeficientes de correlación

Se determinaron los coeficientes de correlación entre las series de temperatura y las de los índices diarios de los nueve años consecutivos. Con este fin se consideraron normales a todas las distribuciones de frecuencias de las series.

Los coeficientes críticos (nota técnica 79 OMM), que determi-

nan una correlación significativamente distinta de cero en el nivel de confianza del 95%, son: 0.03, 0.06, 0.18, y 0.21; valores que corresponden a los datos diarios (3288) y a los promediados cada 5 (657), 10 (328) y 30 (109) días respectivamente.

PROMEDIOS CADA 10 DIAS						
500 HPA			1000 HPA			
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.32	-0.04*	-0.08*	-0.10*	0.15*	0.57
CORRIENTES	0.32	-0.08*	-0.04*	-0.12*	0.15*	0.58
CORDOBA	0.32	-0.01*	-0.12*	-0.10*	0.15*	0.58
EZEIZA	0.28	-0.04*	-0.07*	-0.10*	0.15*	0.63
SANTA ROSA	0.32	-0.04*	-0.08*	-0.10*	0.15*	0.57
BARILOCHE	0.16*	0.11*	-0.17*	-0.12*	0.17*	0.52
C. RIVADAVIA	0.24	0.09*	-0.10*	0.05*	0.19	0.58
PROMEDIOS CADA 5 DIAS						
500 HPA			1000 HPA			
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.29	-0.11	-0.04*	-0.10	0.10	0.50
CORRIENTES	0.29	-0.15	0.01*	-0.12	0.01*	0.52
CORDOBA	0.32	-0.10	-0.13	-0.10	0.10	0.50
EZEIZA	0.29	-0.10	-0.10	-0.05	0.05	0.55
STA ROSA	0.32	-0.10	-0.13	-0.03*	0.10	0.50
BARILOCHE	0.13	0.10	0.22	-0.10	0.10	0.39
C. RIVADAVIA	0.21	0.04*	-0.15	0.10	0.10	0.47

TABLA 1: Coeficientes de correlación entre los índices zonal (Z), meridional (R) y curvatura (C) y la temperatura de superficie de estaciones argentinas promediados cada 10 días y cada 5 días. (*: valores < 0.18 ó 0.06).

En la tabla 1, teniendo en cuenta los valores críticos de 0.18 y 0.06, se observa que el índice que posee mayores coeficientes, es el de curvatura en 1000 hPa y el zonal en 500 y los más bajos corresponden a aquellos en que la onda anual es menos significativa.

Para independizarse de la variación anual se tomaron las anomalías de los índices y las de temperatura y se las correlacionó.

Los resultados de las nuevas correlaciones, tomando las series de los valores diarios, y los valores promediados de las serie cada 5, 10 y 30 días se muestran en las tablas 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

ESTACIONES	500 HPA			1000 HPA		
	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.27	-0.34	0.08	-0.13	-0.15	0.27
CORRIENTES	0.27	-0.34	0.14	-0.12	-0.13	0.27
CORDOBA	0.36	-0.33	-0.12	-0.04	-0.22	0.31
EZEIZA	0.35	-0.42	-0.01*	0.05	-0.29	0.40
STA ROSA	0.30	-0.32	-0.26	0.10	-0.29	0.35
BARILOCHE	0.08	-0.06	-0.45	0.06	-0.22	-0.01*
C.RIVADAVIA	0.18	0.15	-0.01*	0.36	-0.25	0.14

TABLA 2: Coeficientes de correlación diaria entre las anomalías de los índices zonal (Z), meridional (R) y curvatura (C) y la temperatura de superficie. (*: valores < 0.03).

Comparando las tablas 2, 3, 4 y 5 se observa en 500 hPa que, salvo pocas excepciones, los coeficientes muestran asociación entre las anomalías de temperatura y las de los índices.

En 1000 hPa los valores más altos de correlación corresponden al índice meridional. El zonal presenta valores bajos y la curvatura solo muestra coeficientes aceptables en la diaria y

entre los valores promediados cada 5 días.

PROMEDIOS CADA 5 DIAS						
500 HPA				1000 HP		
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.37	-0.44	-0.10	-0.05*	-0.25	0.24
CORRIENTES	0.38	-0.41	-0.01*	-0.02*	-0.19	0.26
CORDOBA	0.44	-0.42	-0.27	0.02*	-0.35	0.27
EZEIZA	0.43	-0.23	-0.23	0.10	-0.24	0.32
STA ROSA	0.40	-0.36	-0.35	0.12	-0.38	0.23
BARILOCHE	0.07	-0.08	-0.55	-0.01*	-0.27	0.39
C.RIVADAVIA	0.22	-0.16	-0.37	0.36	-0.27	0.11

TABLA 3: Coeficientes de correlación entre las anomalías de los índices zonal (Z), meridional (R) y de curvatura (C) y la temperatura de superficie promediada cada 5 días. (*:valores<0.06).

PROMEDIOS CADA 10 DIAS						
500 HPA				1000 HPA		
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.41	-0.42	-0.21	-0.03*	-0.28	0.14*
CORRIENTES	0.43	-0.42	-0.13*	0.12*	-0.23	0.15*
CORDOBA	0.46	-0.41	-0.33	0.02*	-0.37	0.15*
EZEIZA	0.41	-0.25	-0.29	0.01*	-0.29	0.22
STA ROSA	0.41	-0.34	-0.38	0.10*	-0.37	0.16*
BARILOCHE	0.04*	-0.10*	-0.55	-0.06*	-0.30	-0.13*
C.RIVADAVIA	0.24	-0.18	-0.37	0.36	-0.27	0.07*

TABLA 4: Idem tabla 3, pero tomando los promedios cada 10 días. (*: valores<0.18)

PROMEDIOS CADA 30 DIAS						
500 HPA			1000 HPA			
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.49	-0.54	-0.24	0.02*	-0.43	0.04*
CORRIENTES	0.50	-0.47	-0.21	0.11*	-0.27	0.05*
CORDOBA	0.52	-0.47	-0.42	0.09*	-0.42	0.04*
EZEIZA	0.39	-0.28	-0.38	0.04*	-0.28	0.02*
STA ROSA	0.45	-0.42	-0.45	0.18*	-0.43	-0.05*
BARILOCHE	0.01*	-0.17*	-0.66	-0.09*	-0.37	-0.29
C.RIVADAVIA	0.24	-0.17*	-0.42	0.40	-0.27	-0.03*

TABLA 5: Idem tabla 3 pero tomando los promedios de 30 días.
(*: valores < 0.21).

En 500 hPa el índice zonal contrasta con el de 1000 hPa, por tener una correlación positiva generalmente significativa con la temperatura en superficie.

En ambos niveles el índice de circulación meridional se comporta respecto a la temperatura en forma similar.

El índice meridional en 1000 hPa presenta la mayor asociación con la temperatura, siendo la influencia de la circulación meridional la que más afecta a ella en este nivel; con circulación del sur (norte) la anomalía de la temperatura en las estaciones elegidas es negativa (positiva).

Un meridional positivo corresponde en condiciones medias a un aumento de la presión sobre el Pacífico y una disminución sobre el Atlántico, que puede estar dado por la intensificación del anticiclón del Pacífico o una mayor actividad ciclónica en el Atlántico a los 40°S, lo que trae como consecuencia una advección de aire frío sobre el territorio argentino.

Si por el contrario se fortalece el del Atlántico o hay una mayor actividad ciclónica en el Pacífico, el signo del índice se invierte y también el de la temperatura como consecuencia de la

advección de aire cálido provocada por el borde occidental del anticiclón del Atlántico.

La curvatura en 500 hPa se relaciona fuertemente a la temperatura, en contraste a lo que sucede en 1000 hPa. La circulación ciclónica en aquel nivel alrededor de los 65°O, se asocia normalmente a la entrada de una masa de aire frío y a un anticiclón sobre el centro del país; en cambio la curvatura anticiclónica cerca de los 65°O se asocia normalmente a un anticiclón, alejándose sobre el océano Atlántico con entrada de aire cálido desde el norte, como ha sido descrito por Seluchi (1993).

A-2) Correlación entre las anomalías del índice zonal entre 20 y 40°S y las de temperatura.

Dado que el índice de circulación zonal se calculó en 35°S y 55°S y en 60°O, se quiere probar si tomando otros puntos de latitud se podría mejorar la correlación entre las anomalías del índice zonal y las de temperatura, se halló a éste entre las

ESTACION	PROM. CADA 10 DIAS		PROM. CADA 30 DIAS	
	500 HPA	1000 HPA	500 HPA	1000 HPA
SALTA	-0.10*	0.02*	-0.17*	0.09*
CORRIENTES	-0.08*	0.04*	-0.21*	0.13*
CORDOBA	-0.43	0.15*	-0.40	0.24
EZEIZA	-0.38	0.13*	-0.55	0.20
STA ROSA	-0.43	0.21	-0.51	0.22
BARILOCHE	-0.57	0.06*	-0.63	0.14*
C. RIVADAVIA	-0.60	0.09*	-0.63	0.03*

TABLA 6: Coeficientes de correlación entre los promedios de anomalías cada 10 días y cada 30 días del índice zonal en 20°S y 40°S. (*: valores < 0.18 ó 0.21).

latitudes 20°S y los 40°S, sobre el meridiano 60°O. Se calcularon los desvíos de ambas variables para el mismo período de 9 años.

Se observan valores más altos en 500 hPa en Bariloche y Comodoro Rivadavia que en el zonal tomado en la latitud 35°S y 55°S, pero empeoran en Salta y Corrientes.

PROMEDIOS CADA 10 DIAS PROMEDIOS CADA 30 DIAS						
ESTACION	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.62	-0.43	-0.35	0.70	-0.50	-0.33
CORRIENT.	0.61	-0.48	-0.26	0.65	-0.56	-0.31
CORDOBA	0.65	-0.30	-0.52	0.70	-0.39	-0.53
EZEIZA	0.39	-0.13*	-0.51	0.40	-0.18*	-0.52
STA ROSA	0.51	-0.19	-0.58	0.51	-0.28	-0.55
BARILOCHE	0.12*	0.14*	-0.61	0.10*	0.09*	-0.67
C.RIVADAV	0.04*	-0.02*	-0.49	0.10*	0.10*	-0.65

TABLA 7: Coeficientes de correlación entre las anomalías de la temperatura y las de los espesores 500/1000 hPa, de los tres índices cada 10 y 30 días. (*: valores < 0.18 ó 0.21).

A-3) Correlación entre las anomalías de los tres índices del espesor 500/1000 hPa y las de temperatura.

El índice zonal en el espesor es una medida de la baroclinicidad existente entre 35° y 55°S sobre el meridiano 60°O.

El índice meridional en el espesor positivo (negativo) indica aire más cálido (frío) en el Océano Pacífico que en el Atlántico

Un índice de curvatura en el espesor positivo (negativo) indica aire más frío (cálido) sobre el continente que en los océanos circundantes.

Se calcularon las correlaciones entre las anomalías del espesor 500/1000 hPa de los tres índices y las de la temperatura

de las siete estaciones consideradas, promediadas ambas cada 10 días y cada 30 días respectivamente. Los resultados se muestran en la tabla 7.

Como puede verse las correlaciones entre la curvatura y la temperatura son significativas y negativas para todas las estaciones. De igual manera para el meridional en las primeras cuatro estaciones y positivas en las primeras cinco para el zonal. Se advierte que para estos dos últimos índices la asociación en el sur es mala.

Comparando estos resultados con las correlaciones entre las anomalías de temperaturas y las de los índices (Tablas 4 y 5), se observa que son más altas que las obtenidas tomando el índice de curvatura en 500 y 1000 hPa. Si bien con los espesores las correlaciones mejoran en general, se presentan valores menores que los críticos con el meridional en Ezeiza y C. Rivadavia y con el zonal en C. Rivadavia.

A-4) Correlación entre las anomalías de los espesores del índice zonal y las de temperatura en las latitudes 20°S y 40°S.

	PROM. CADA 10 DIAS	PROM. CADA 30 DIAS
ESTACIONES	Z	Z
SALTA	-0.1*	-0.21
CORRIENTES	-0.1*	-0.27
CORDOBA	-0.35	-0.47
EZEIZA	-0.45	-0.65
STA. ROSA	-0.53	-0.62
BARILOCHE	-0.61	-0.70
C. RIVADAVIA	-0.66	-0.66

TABLA 8: Correlación entre las anomalías de temperatura y las del espesor del índice zonal tomado entre 20 y 40°S, cada 10 y 30 días. (*: valores < 0.18 ó 0.21).

Se calculó la correlación entre las anomalías de la temperatura y las de los espesores 500/1000 hPa del índice zonal para las latitudes de 20°S y 40°S. Los que dieron promediando cada 10 y 30 días los valores de la tabla 8.

Comparando con las correlaciones obtenidas en A-3 se observa que mejoran las correlaciones de las estaciones del sur y empeoran las del norte.

Un aumento en la baroclinicidad entre 20° y 40°S indica normalmente la existencia de aire más frío en 40°S y una posible posición frontal entre estas dos latitudes.

B) Tablas de contingencia:

Los valores de las correlaciones anteriores pueden verse a través de tablas de contingencia, según los signos de las anomalías de ambas variables.

El resultado de ellas fue como era de esperar, de acuerdo a los signos y a la magnitud de la correlación. En el caso del índice meridional y el de curvatura, las frecuencias de la combinación de sus valores positivos (negativos) con las anomalías negativas (positivas) de temperatura son mayores. En el zonal son superiores la combinación de iguales signos de las anomalías de las dos variables.

Con las tablas de contingencia se confeccionó la Tabla 9 que representa el porcentaje de la asociación entre los signos de ambas anomalías, para los períodos de 10 y 30 días.

En 1000 hPa solo se consideró el meridional, por no tener los otros dos índices correlaciones entre sus anomalías y las de temperatura significativamente distintas de cero en casi todas las estaciones.

En general, para coeficientes de correlación mayores de 0.39 los porcentajes de casos en que el signo de la anomalía de temperatura es opuesto al del índice (meridional y curvatura) o coinciden (zonal) son mayores que 62% para ambos períodos de tiempo.

		500 HPA				1000 HPA		
		Z		C		R		R
ESTACIONES	30d	10d	30d	10d	30d	10d	30d	10d
SALTA	66	60	53	54	57	56	64	64
CORRIENTES	68	61	50	53	55	55	61	59
CORDOBA	62	57	62	60	58	57	64	64
EZEIZA	59	55	59	56	56	57	56	61
ST. ROSA	59	58	60	60	60	58	63	65
BARILOCHE	54	53	67	70	63	60	50	48
C.RIVADAVIA	50	55	61	60	59	59	53	41

TABLA 9: Frecuencia porcentual de la asociación entre el signo de la anomalía de los índices con el de la temperatura para períodos de 10 y 30 días, en 1000 y 500 hPa.

CAMPOS MEDIOS DE ANOMALIAS DE TEMPERATURA ASOCIADOS A DESVIACIONES EXTREMAS EN LOS INDICES.

De acuerdo a los valores de los desvíos típicos de las anomalías de los tres índices de circulación, expuestos en el capítulo III, se calculó el promedio de anomalías de temperaturas decádicas con valores de índices mayores que $+\sigma$ por un lado y menores que $-\sigma$ por otro.

De los 328 valores que tiene cada una de las series, en general entre un 13 y 21 % responden a valores decádicos de temperatura que corresponden a valores mayores o menores que los desvíos típicos de las anomalías de los índices, o sea que están en los extremos de la distribución.

En 1000 hPa (Fig. 1) se ha trazado el promedio de las anomalías decádicas de temperatura $\Delta(T)$ correspondientes a anomalías del índice meridional $\Delta(R)$ menores que el desvío típico negativo ($\Delta R < -\sigma$) de la serie de nueve años.

Se observa que cuando la anomalía del índice meridional está

por debajo del desvío típico, es decir de -6.1 dam, se esperan temperaturas más altas que la media entre 0.8 y 1.5°C .

En verano en general es más importante la actividad de los anticiclones subtropicales en los 40°S (Minetti, Vargas(1983) ,Saavedra (1983)), mientras que en invierno se incrementa la actividad ciclónica (Trenberth,(1991)). Con esta anomalía de R se intensifica el anticiclón del Atlántico en verano y se observa un aumento de actividad ciclónica en invierno, provocando en ambos casos una preferente advección de aire cálido sobre la Argentina, como se ha visto en el Capítulo IV.

Cuando es mayor que $+6.1$ (Fig. 2), se espera un enfriamiento entre 0.4 y 0.8°C . En estos casos en verano el anticiclón del Pacífico se presenta más intenso que el del Atlántico y en invierno se verifica mayor actividad ciclónica al este del continente. Ambos fenómenos se asocian con una preferente advección de aire frío desde el sur (Capítulo IV).

En 500 hPa, se confeccionaron de igual manera que en 1000 hPa, las figuras 3 y 4; en ellas se observa una situación similar a la de este último nivel, con la diferencia que las dos regiones más negativas y positivas se hallan corridas al noreste.

En las figuras 5 y 6 se han representado los promedios de las anomalías de temperatura decádica, correspondientes a valores de anomalías en 500 hPa de índices zonales $\Delta(Z)$ menores y mayores que el desvío típico de la serie respectivamente.

Cuando los promedios de las anomalías de temperatura correspondientes a valores negativos de anomalías de índice zonal son menores que -8.6 dam, se presentan valores negativos en todo el país con valores más bajos en el centro. Un índice zonal bajo en este nivel, implica normalmente un menor gradiente meridional del espesor 500/1000 hPa, lo que se asocia a masas de aire más frías especialmente en el centro del territorio argentino.

Si los valores son mayores que 8.6 dam se invierten los signos. Un índice zonal elevado en 500 hPa corresponde a un aumento del gradiente meridional del espesor, lo que implica una

mayor temperatura especialmente en el norte de la Argentina.

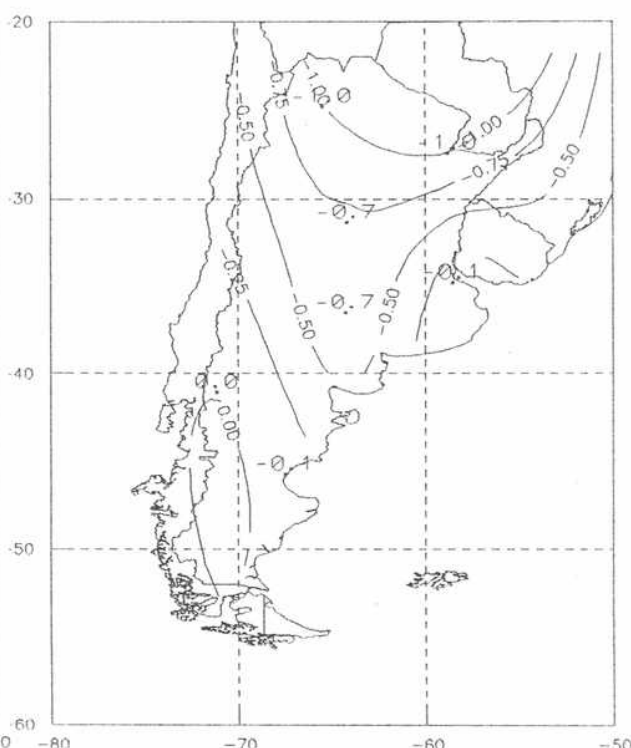
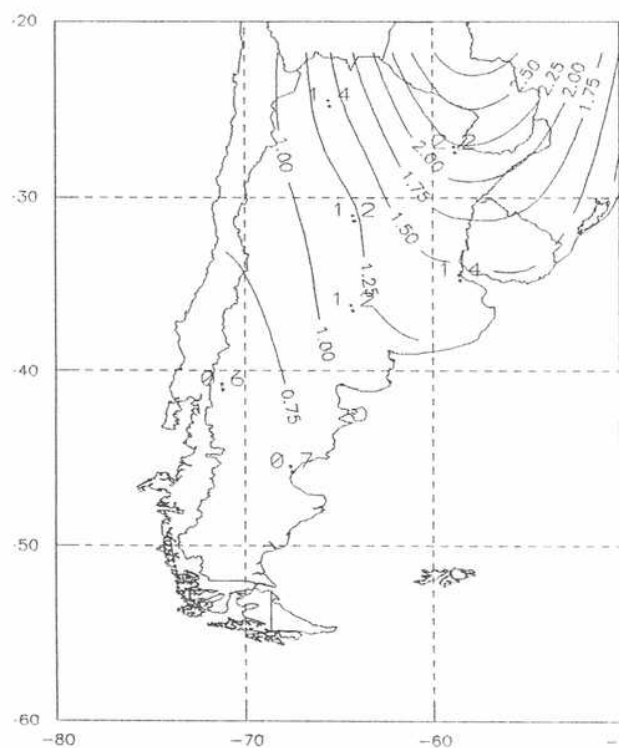
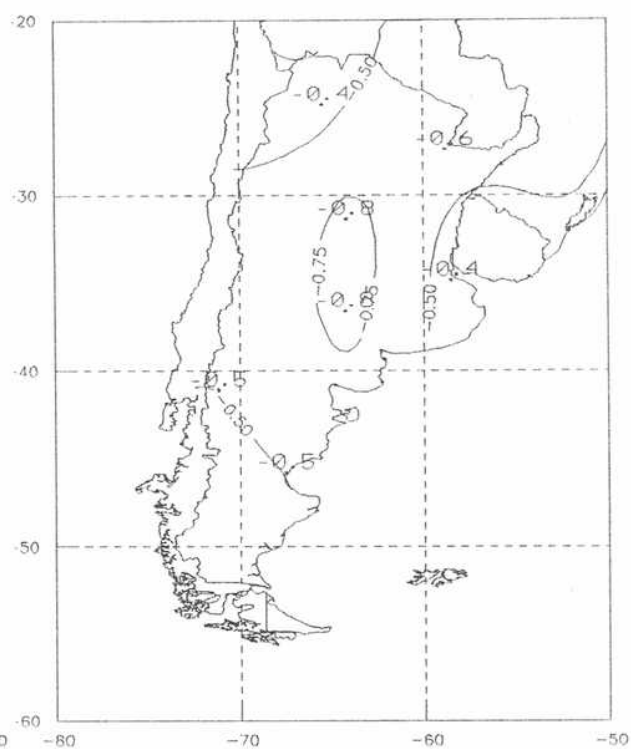
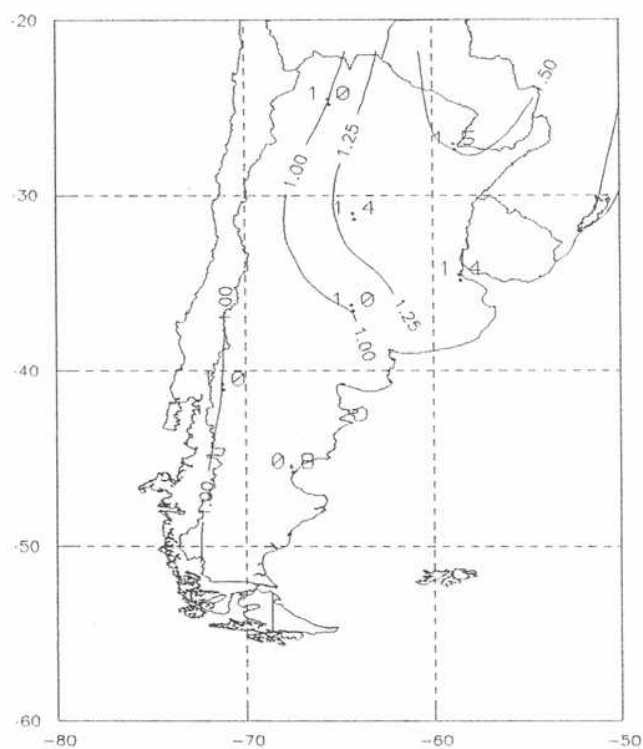
En forma semejante a las Figuras 5 y 6 pero para el índice de curvatura ΔC se confeccionaron las figuras 7 y 8.

En la figura 7 se observa un calentamiento en todo el país de 0.5 a 1.5°C, cuando los promedios de las anomalías de temperatura correspondientes a valores negativos de anomalías de curvatura, son menores que -10.7 dam.

Cuando el índice de curvatura es negativo se halla presente una cuña en 500 hPa sobre el meridiano de 60°O aproximadamente, que normalmente se asocia con una intensificación del Anticiclón del Atlántico, lo que se trae aparejado una mayor advección de aire cálido desde el norte.

Si los valores de este índice corresponde a valores mayores que 10.7 dam (Fig. 8) se produce un enfriamiento que oscila entre los -0.18 y -1.4 °C. En este caso se presenta una vaguada sobre el meridiano de 65°O aproximadamente, la que normalmente se halla relacionada con un frente frío que la precede al este y un anticiclón migratorio entrante desde el Pacífico, tal como fue estudiado estadísticamente por Seluchi (1973).

En la figura 9 se han representado los mapas de los tres índices de espesores, los que muestran una configuración similar a la de 500 hPa con un ligero aumento de los valores de temperatura.



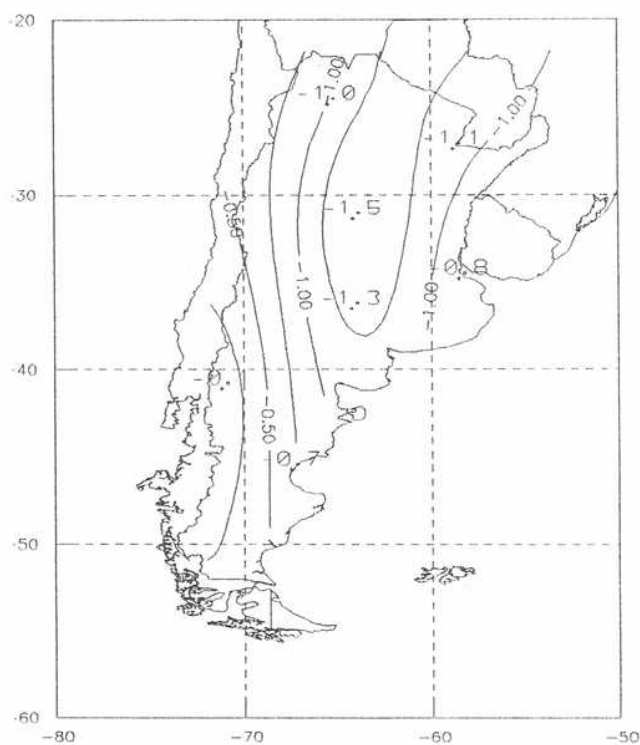


Fig.5: Anomalías decádicas de temp. $\Delta(T)$ (c/0.25°C) para $\Delta(Z) < -\sigma$ en 500 hPa.

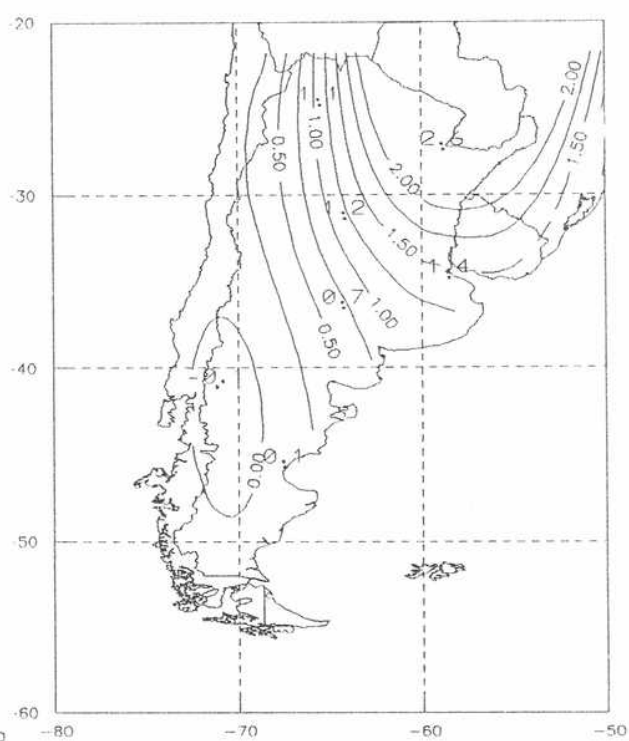


Fig.6: Anomalías decádicas de temp. $\Delta(T)$ (c/0.25°C) para $\Delta(Z) > +\sigma$ en 500 hPa.

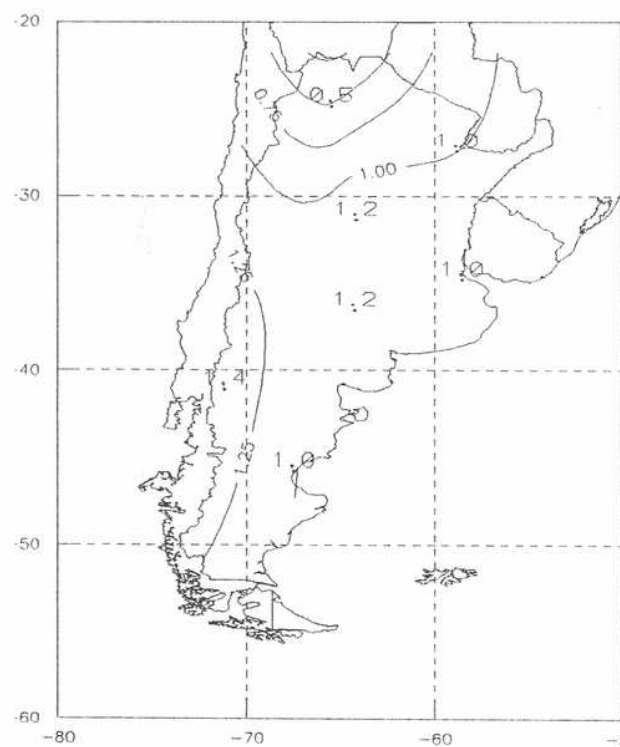


Fig.7: Anomalías decádicas de temp. $\Delta(T)$ (c/0.25°C) para $\Delta(C) < -\sigma$ en 500 hPa.

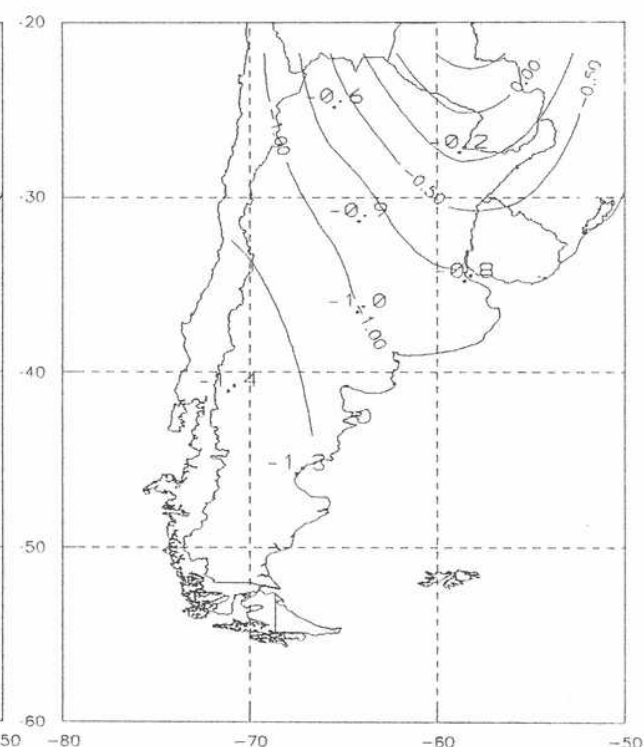


Fig.8: Anomalías decádicas de temp. $\Delta(T)$ (c/0.25°C) para $\Delta(C) > +\sigma$ en 500 hPa.

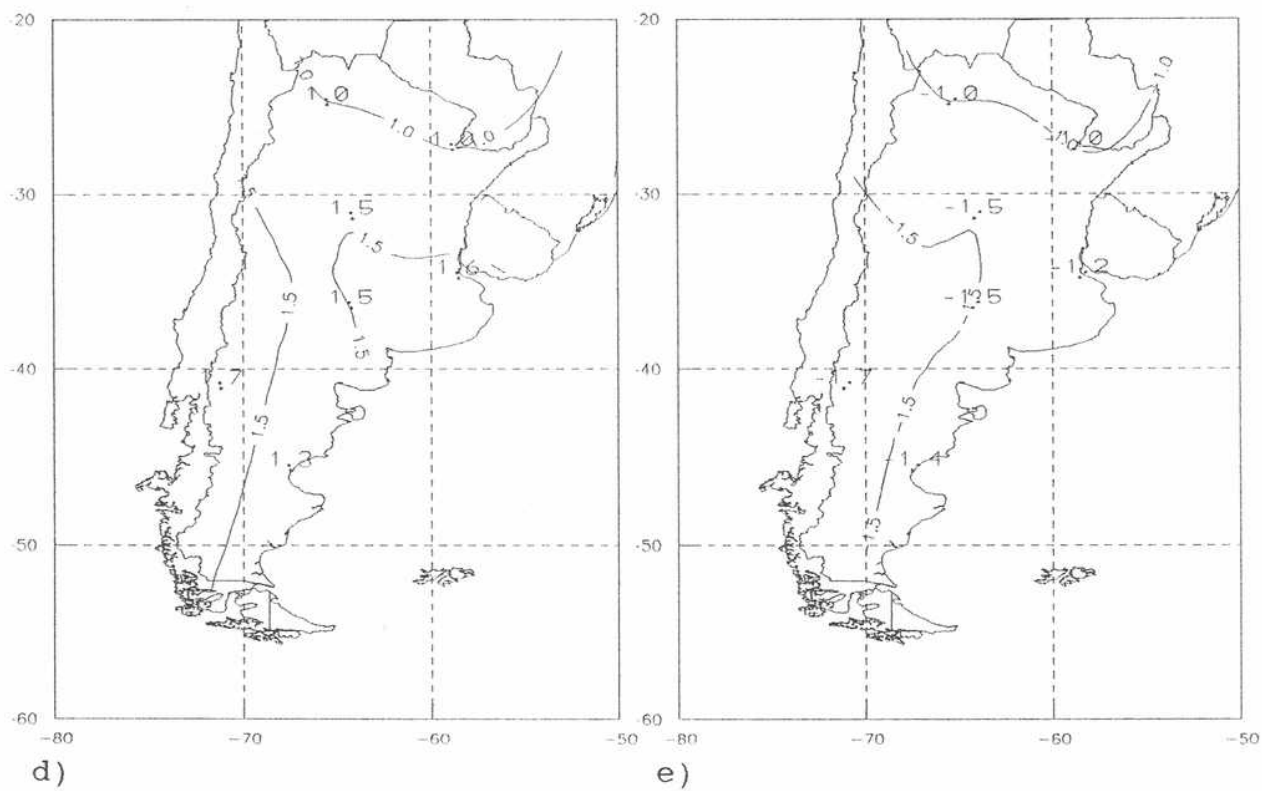


Fig. 9: Continuación

CONCLUSIONES

Las correlaciones entre las anomalías de temperatura y las de los índices diarios y promediados cada 5, 10 y 30 días, dan en 500 hPa, valores significativamente distintos de cero, a excepción de algunas estaciones para el de curvatura. En 1000 hPa solamente el índice meridional presenta esta asociación en todos los períodos considerados.

Los valores de correlación entre las anomalías del espesor de los índices y las de temperatura son en general un poco más altos que las obtenidas tomando las anomalías de los índices. Esta diferencia se destaca en el espesor de curvatura en 500 y 1000 hPa.

Las correlaciones entre las anomalías del espesor del índice zonal en 500 hPa tomadas entre 35° y 55°S son significativamente distintas de cero en las estaciones del norte y empeoran en las del sur, mientras que cuando se toma el espesor del índice entre las latitudes de 20°S y 40°S se invierten los resultados.

Para coeficientes de correlación mayores de 0.39, el porcentaje de la asociación entre los signos de ambas anomalías para los promedios tomados cada 10 y 30 días, resultó mayor del 62%.

Se demostró que las mayores anomalías de temperatura asociadas a anomalías persistentes de la circulación se ubican en el centro y norte del país.

Los campos medios de anomalías de temperatura asociados a desviaciones extremas, arrojaron en todas las estaciones tomadas en el territorio argentino, los siguientes resultados:

En 1000 hPa, cuando la anomalía del índice meridional $\Delta R < -\sigma(R)$ (desvío típico de la serie de las anomalías del índice meridional) se espera un calentamiento y cuando $\Delta R > +\sigma(R)$ un enfriamiento.

En 500 hPa, si $\Delta R < -\sigma(R)$ se presentan anomalías de temperatura positivas, y si $\Delta R > +\sigma(R)$ anomalías negativas. Similarmente, si los valores $\Delta C < -\sigma(C)$ se espera un calentamiento y si $\Delta C > +\sigma(C)$ un enfriamiento. En cambio, cuando $\Delta Z < -\sigma(Z)$ se presentan anomalías

negativas de temperatura, y positivas si $\Delta Z > +\sigma(Z)$.

En este nivel los aumentos de temperatura, responden a una cuña sobre el centro del país o una situación con vaguada en el Pacífico y cuña en el Atlántico, y los valores negativos a una vaguada sobre el centro del país o una cuña al oeste de Sudamérica y una vaguada hacia el Este.

BIBLIOGRAFIA

Minetti J. L. y Vargas W. M. (1983): Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica I Parte. *Meteorologica*, 14,1 y 2. 645-655.

Saavedra G. N. (1983): Sobre la relación entre el Anticiclón del Pacífico y la depresión continental en el cono sur de América. *Meteorologica*, 14. 631-644.

Seluchi, M. E. (1993): Estudio del comportamiento de los sistemas sinópticos migratorios en la Argentina. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. 48-66.

Trenberth K.E. (1991): Storm tracks in the Southern Hemisphere. *Journal of Atmospheric Sciences*, 48. 19.

Organización meteorologica Mudial (WMO): WMO Tecnical note 79.60.

CAPITULO VI

RELACION ENTRE LA SITUACION SINOPTICA PREVALECIENTE Y LA PRECIPITACION EN LA ARGENTINA

INTRODUCCION

En este Capítulo se trata de relacionar la circulación atmosférica a través de los índices zonal, meridional y de curvatura, en los niveles de 1000 y 500 hPa, con la precipitación de nueve estaciones del territorio argentino que representan a distintas regiones climáticas del mismo.

DATOS UTILIZADOS

Para los índices se utilizaron los mismos datos de los capítulos anteriores y para la precipitación los datos diarios de Salta ($24^{\circ}51'S, 65^{\circ}29'O$), Corrientes ($27^{\circ}28'S, 58^{\circ}49'O$), Córdoba ($31^{\circ}24'S, 64^{\circ}11'O$), Mendoza ($32^{\circ}50'S, 68^{\circ}47'O$), Ezeiza ($34^{\circ}50'S, 58^{\circ}32'O$), Santa Rosa ($36^{\circ}34'S, 64^{\circ}16'O$), Neuquén ($38^{\circ}57'S, 68^{\circ}08'O$), Bariloche ($41^{\circ}06'S, 71^{\circ}10'$) y Comodoro Rivadavia ($45^{\circ}47'S, 67^{\circ}30'O$), proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional.

ASOCIACION DE LOS INDICES CON LA PRECIPITACION

1. Coeficientes de correlación

Con el fin de estudiar el comportamiento de los índices con la precipitación, en distintos períodos de tiempo, se llevaron a cabo varias correlaciones lineales entre ambas variables, en 500 y 1000 hPa.

A-1) Correlación entre los tres índices promediados cada 10 días y la correspondiente precipitación acumulada.

Los resultados pueden verse en la siguiente tabla, donde sólo figuran aquellos coeficientes que son significativamente distintos de cero ($r > 0.18$).

PROMEDIOS C/10 DIAS						
500 HPA			1000 HPA			
ESTACION	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	-----	-----	-----	-----	-----	0.34
CORRIENTES	-----	-----	0.30	-----	-----	0.26
CORDOBA	-----	0.22	-----	-----	-----	-0.19
MENDOZA	-0.23	-----	-----	-0.20	-----	-----
EZEIZA	-----	-----	-----	-0.28	-----	0.18
STA ROSA	-----	-0.28	-----	-0.19	-----	-----
NEUQUEN	-----	-----	-----	-0.30	-----	-----
BARILOCHE	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C.RIVADAVIA	-----	-0.33	-----	-0.33	-----	-----

TABLA 1: Coeficientes de correlación entre cada uno de los tres índices y los valores medios de precipitación en 1000 y 500 hPa de las estaciones seleccionadas.

En ella se aprecia que tanto en Bariloche, en ambos niveles, como en Salta, Neuquén y Ezeiza en 500 hPa las correlaciones son menores que el valor crítico en los tres índices.

A-2) Correlación entre los índices meridional y zonal del espesor 500/1000 hPa y las precipitaciones acumuladas mensualmente.

Los resultados se transcriben en la Tabla 2.

Se observan correlaciones muy débiles en general. Se repitió

esta asociación pero tomando la precipitación acumulada cada 10 días, las únicas significativamente distintas de cero fueron Ezeiza con el meridional (-0.36) y con el zonal (0.21) y Bariloche con el zonal (0.21).

ESTACIONES	Z	R
SALTA	0.04*	-0.13*
CORRIENTES	0.20	-0.11*
CORDOBA	-0.16*	-0.07*
MENDOZA	-0.15*	-0.49
EZEIZA	0.29	-0.26
STA ROSA	-0.02*	-0.38
NEUQUEN	-0.15*	0.07*
BARILOCHE	0.35	0.03*
C. RIVADAVIA	0.09*	-0.18*

TABLA 2: Coeficientes de correlación entre los espesores 1000/500 hPa del índice meridional y zonal y las precipitaciones acumuladas mensualmente. (*:Valores<0.21).

A-3) Correlación entre anomalías

En la Tabla 3 se puede apreciar las correlaciones entre las anomalías de las precipitaciones acumuladas mensualmente y las anomalías de los tres índices. Se observa que la curvatura no presenta ninguna correlación significativa en los dos niveles, así como tampoco las estaciones del norte y Comodoro Rivadavia en los otros dos índices. En las restantes, a excepción de Mendoza, los índices Z y R dan en general correlaciones significativamente distintas de cero.

Con índice zonal bajo en 500 hPa, se manifiesta un leve aumento de precipitación en Córdoba, Santa Rosa y Neuquén.

1000 HPA				500 HPA		
ESTACION	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	0.03*	-0.01*	-0.01*	0.04*	-0.04*	-0.07*
CORRIENTES	-0.04*	0.01*	0.09*	0.12*	-0.05*	0.12*
CORDOBA	-0.21	-0.27	-0.11*	-0.22	-0.22	-0.16*
MENDOZA	0.14*	-0.15*	0.03*	0.12*	-0.07*	0.06*
EZEIZA	-0.04*	-0.39	0.01*	0.17*	-0.50	-0.08*
STA ROSA	-0.27	-0.35	0.05*	-0.22	-0.34	-0.19*
NEUQUEN	-0.29	-0.17*	-0.09*	-0.22	-0.22	0.04*
BARILOCHE	0.07*	-0.25	0.08*	0.26	-0.35	0.10*
C.RIVADAVIA	-0.05*	0.01*	0.06*	0.03*	0.04*	-0.02*

TABLA 3: Coeficientes de correlación entre las anomalías de los tres índices y la anomalía de precipitación acumulada mensualmente en 1000 y 500 hPa ((*):Valores<0.21)).

Otra asociación que se llevó a cabo en ambos niveles fue la de las anomalías de los tres índices con la precipitación acumulada cada 10 días.

500 HPA			1000 HPA	
ESTACION	Z	R	Z	R
MENDOZA	-0.20	-----	-----	-----
EZEIZA	-----	-0.38	-----	-0.25
STA ROSA	-----	-0.23	-0.23	-0.21
NEUQUEN	-0.23	-0.25	-----	-----
BARILOCHE	-----	-----	-----	-0.21

TABLA 4: Coeficientes de correlación significativamente distintos de cero entre los tres índices y la precipitación acumulada cada 10 días.

En la Tabla 4 no figura la curvatura ni el resto de las estaciones, por no tener en ninguna de ellas valores mayores a 0.18; se observa que el índice meridional en ambos niveles es el que presenta correlaciones más aceptables.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las Tablas 3 y 4, se puede decir que el índice meridional en 500 y 1000 hPa produce en Bariloche y centro del país las mayores variaciones de la precipitación.

Tanto un anticiclón del Atlántico intenso como una vaguada en 500 hPa en el Pacífico producen aumento de precipitación.

ZONAL		
ESTACION	500 HPA	1000 HPA
SALTA	0.24	0.07*
CORRIENTES	-0.23	-0.26
CORDOBA	0.23	0.01*
MENDOZA	0.01*	-0.07*
EZEIZA	0.19*	0.02*
STA ROSA	0.15*	-0.16*
NEUQUEN	0.18*	0.01*
BARILOCHE	-0.31	-0.35
C. RIVADAVIA	-0.19*	0.01*

TABLA 5: Coeficientes de correlación entre la anomalía del índice zonal y las precipitaciones acumuladas mensualmente entre 20° y 40°S, en 1000 y 500 hPa. (**) Valores con $r < 0.21$).

A-4) Correlación entre el índice zonal y la precipitación acumulada mensual entre 20 y 40° de latitud sur.

En la Tabla 5 se muestran las correlaciones entre el índice zonal tomado entre 20° y 40°S y la precipitación mensual acumulada.

días.

500 HPA				1000 HPA		
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	49.9	-121.3	-186.9	462.1	-150.4	21.3
CORRIENTES	325.5	-444.8	830.6	197.2	1.8	1222.5
CORDOBA	41.9	-236.0	30.2	21.5	25.0	239.5
MENDOZA	-170.1	107.2	-135.7	-78.8	-146.3	-124.8
EZEIZA	460.2	-910.0	-97.3	99.3	-684.0	247.8
STA ROSA	-351.8	-433.4	-290.3	-431.2	-340.4	-147.5
NEUQUEN	-155.5	-144.3	-43.3	-163.8	-31.2	-29.4
BARILOCHE	396.8	-524.7	-117.9	118.3	-225.9	312.8
C.RIVADAVIA	-16.7	-58.5	-9.6	-170.6	-76.2	45.0

TABLA 7: Anomalía de precipitación decádica acumulada cuando las anomalías de los índices son mayores que σ .

500 HPA				1000 HPA		
ESTACIONES	Z	R	C	Z	R	C
SALTA	81.8	-31.1	-48.4	-105.5	-237.9	-160.1
CORRIENTES	-46.1	703.1	16.2	-3.8	749.0	-646.3
CORDOBA	424.2	235.2	363.3	503.9	427.5	218.2
MENDOZA	124.4	-26.7	-46.2	287.4	39.9	121.8
EZEIZA	-365.7	1413.3	444.4	198.2	621.6	-381.1
STA ROSA	354.3	441.6	59.7	430.3	547.7	-239.7
NEUQUEN	278.1	-37.2	76.6	367.0	121.8	221.1
BARILOCHE	-95.2	745.3	-217.8	103.6	536.5	-123.8
C.RIVADAVIA	128.7	119.0	-38.4	473.8	-68.9	84.1

TABLA 8: Anomalía decádica acumulada de precipitación cuando las anomalías de los índices son menores que $-\sigma$.

ESTACION	PRECIP.ANUAL MEDIA	PRECIP.DE10 Días
SALTA	836.8	22.9
CORRIENTES	1645.5	45.1
CORDOBA	869.7	23.8
MENDOZA	223.1	6.1
EZEIZA	1022.3	28.0
STA ROSA	726.2	19.9
NEUQUEN	182.6	5.0
BARIOLOCHE	414.5	19.6
COMODORO RIVADAVIA	228.2	6.3

TABLA 9: Precipitación anual media y su correspondiente valor en 10 días.

B-1) INDICE MERIDIONAL

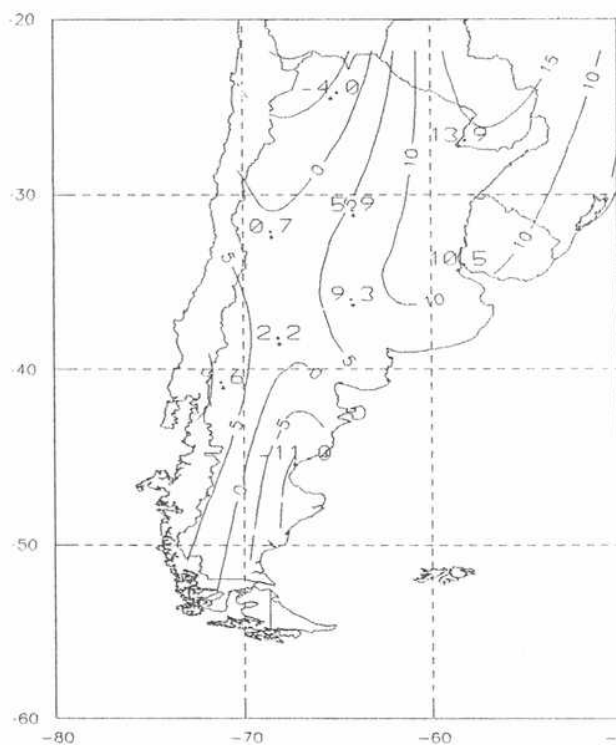
Las figuras 1 y 2 dan en 1000 hPa, la distribución de las anomalías medias de precipitación acumulada en 10 días, para todos los casos en que el promedio de 10 días de las anomalías del índice R es inferior a $-\sigma$ ($\Delta R < -\sigma$) y para todos los casos en que ΔR supera a $+\sigma$ ($\Delta R > +\sigma$) respectivamente.

En las figuras 3 y 4 se repiten las condiciones del primer párrafo pero en 500 hPa.

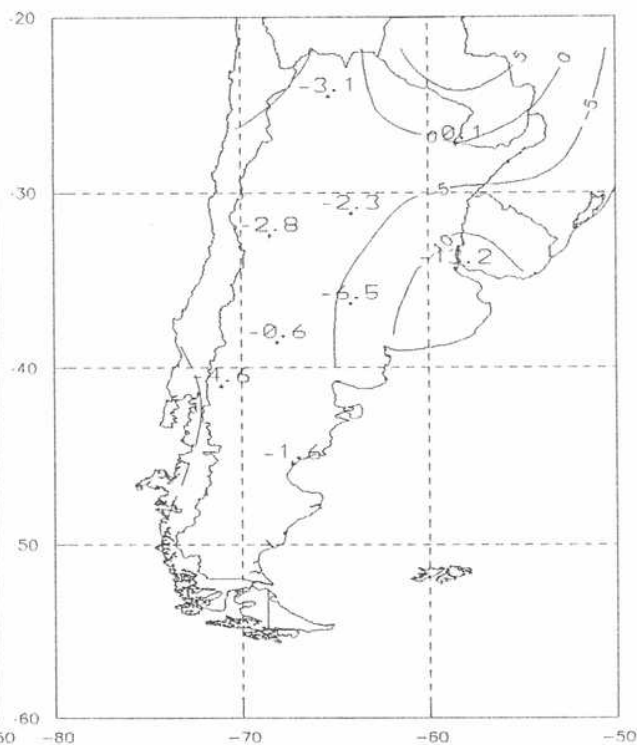
Las figuras 5, 6, 7 y 8 muestran el porcentaje de desviación respecto a la media, para los cuatro casos citados anteriormente.

Un $\Delta R < -\sigma$ (Fig. 1) en 1000 hPa implica un anticiclón débil del Pacífico y uno intenso del Atlántico. En 500 hPa una vaguada en el Pacífico y una cuña en el Atlántico, así como una corriente conducente del noroeste sobre el país (Figs. 2a), 2b), 2c) y 2d) del Capítulo IV).

Bajo estas condiciones hay una intensificación de la corriente del norte aportando humedad desde los trópicos. Se observa frecuentemente el pasaje de ciclones de dirección NO-SE en la



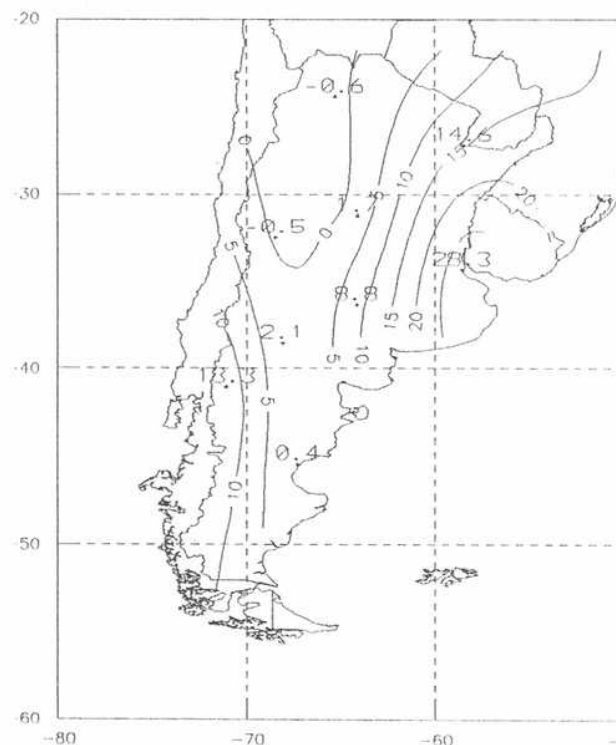
a)



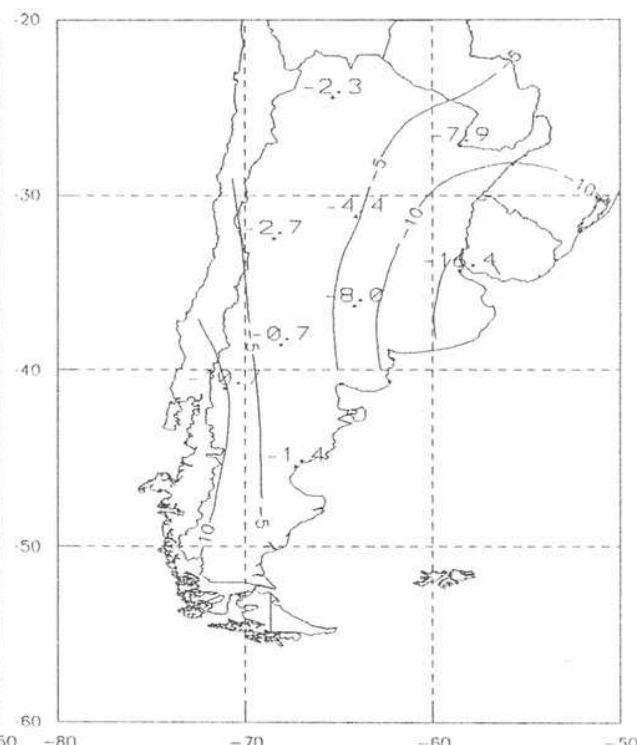
b)

Fig.1: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ para $\Delta(R) < -\sigma$ en 1000 hPa.

Fig.2: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ para $\Delta(R) > +\sigma$ en 1000 hPa.



c)



d)

Fig.3: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ (c/5mm) para $\Delta(R) < -\sigma$ en 500 hPa.

Fig.4: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(p)$ (c/5 mm) para $\Delta(R) > +\sigma$ en 500 hPa.

Patagonia o/y ocasionalmente ciclogénesis en el litoral, como por ejemplo se puede observar en la situación de septiembre de 1984 (Fig. 12 del Capítulo IV) .

Es de esperar entonces en general, un aumento de las precipitaciones en la Argentina, lo que puede apreciarse en las figuras 1 y 3.

El incremento es particularmente intenso en el este de Buenos Aires, donde las precipitaciones duplican al valor normal. En esta zona las lluvias se dan fundamentalmente en las estaciones intermedias que coinciden con el pasaje de una mayor frecuencia de situaciones frontales, las que son según Wölcken (1954) la causa principal de las mismas. La mayor frecuencia de situaciones frontales fueron estudiados por Velasco y Necco (1981).

Se observa también un fuerte aumento en la zona sur andina (Bariloche) sometida a los ciclones migratorios arriba mencionados, como se puede ver en la situación del 14 de septiembre de 1984 (Fig. 12 del Capítulo IV).

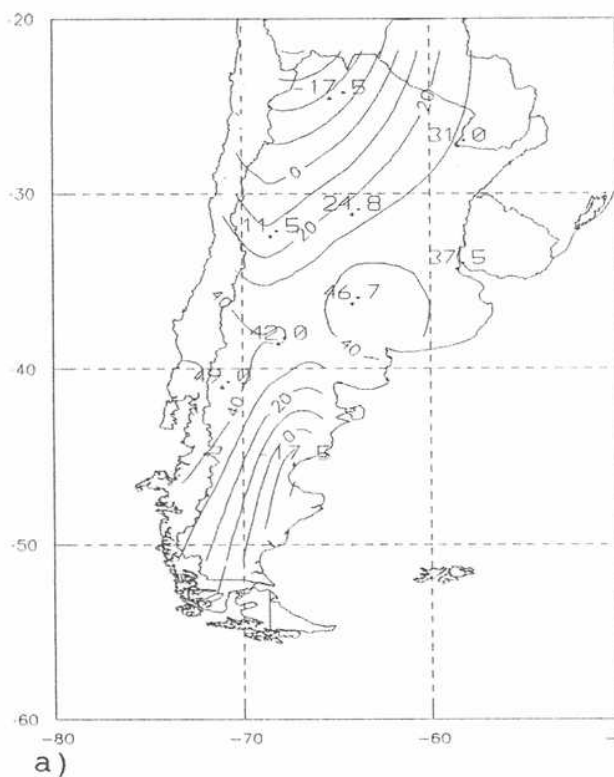
Se presenta además un leve déficit de lluvias en el noroeste de la Argentina. Como se ha visto en el Capítulo IV, para un $\Delta R < -\sigma$, hay una profundización de la depresión del Noroeste argentino, asociada a una menor precipitación en esa zona (Lichtenstein, 1981).

Un ΔR positivo está asociado en 1000 hPa a un anticiclón fuerte del Pacífico y a uno débil del Atlántico. En 500 hPa se observa una cuña en el Pacífico y una vaguada en el Atlántico así también como con una corriente conducente del sudoeste sobre la Argentina (Figs. 1a), 1b), 1c) y 1d) del Capítulo IV).

Bajo estas condiciones se produce normalmente el traslado de una serie de anticiclones del SO a NE (ver por ejemplo figura 13 del Capítulo IV) y una disminución de la corriente del norte que aporta la humedad.

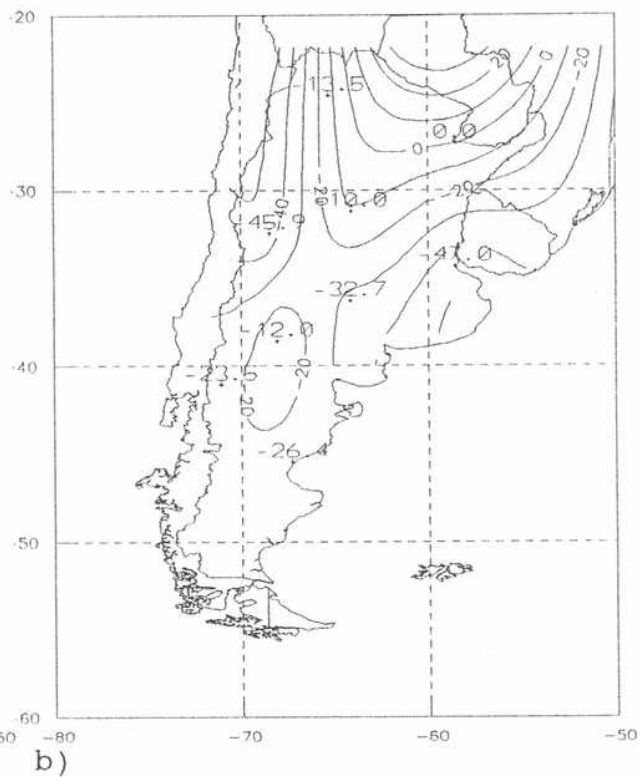
Es de esperar entonces que un ΔR positivo refleje condiciones deficitarias de precipitación en el país. Esto puede observarse en las figuras 2, 4, 6 y 8.

El déficit es particularmente intenso en Buenos Aires y parte del litoral, bajo la influencia directa de los anticiclones



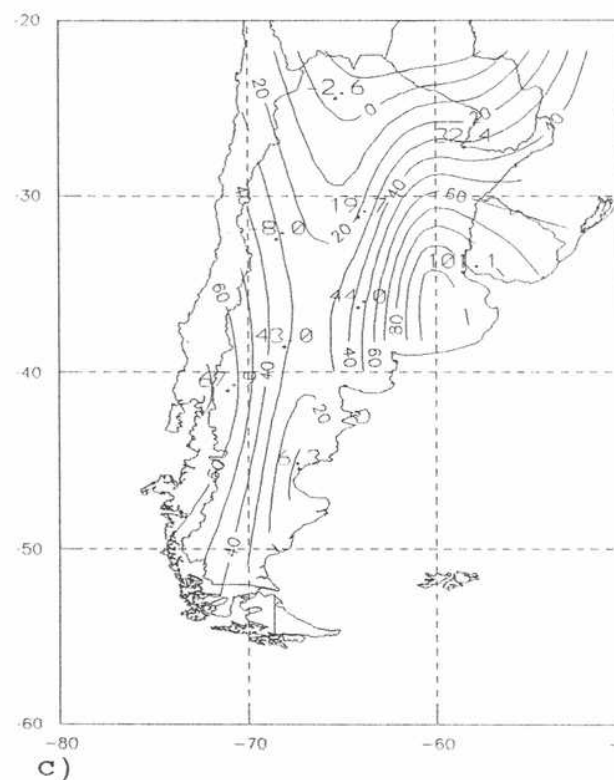
a)

Fig.5: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(R) < -\sigma$ en 1000 hPa.



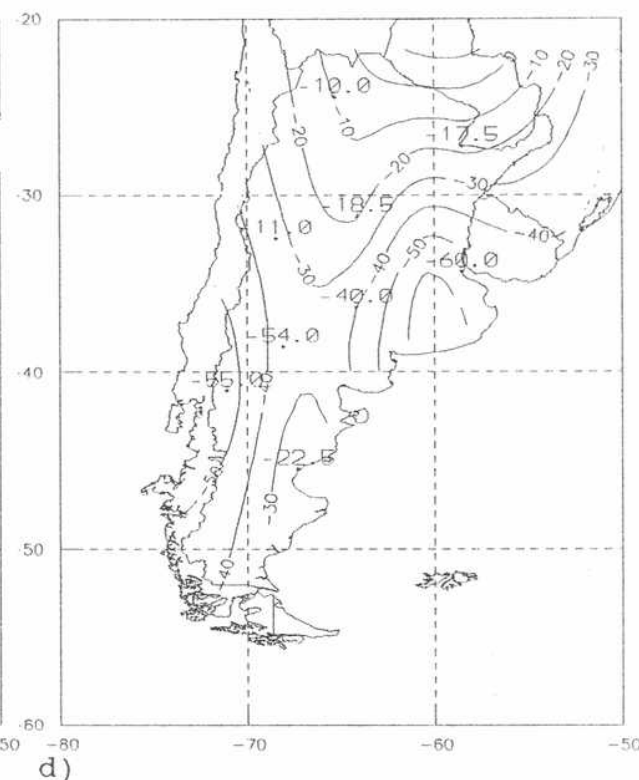
b)

Fig.6: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(R) > +\sigma$ en 1000 hPa.



c)

Fig.7: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(R) < -\sigma$ en 500 hPa.



d)

Fig.8: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(R) > +\sigma$ en 500 hPa.

migratorios, y en la región andina a los 40°S que se halla bajo la influencia de la cuña en el Pacífico que suprime precipitaciones orográficas.

La disminución de precipitación es escasa en el noroeste y oeste subtropical del país. Aquí estas son principalmente de verano, como lo estimó Canziani y otros (1992), época en que los anticiclones migratorios arriba mencionados tienen poca influencia (ver también Capítulo.I).

B-2) INDICE ZONAL

En las figuras 9, 10, 11 y 12 se representan en 1000 y 500 hPa, la distribución de las anomalías medias de precipitación acumulada en 10 días, para todos los casos en que el promedio de 10 días de las anomalías del índice Zonal es inferior a $-\sigma$ ($\Delta Z < -\sigma$) y para todos los casos en que ΔZ supera a $+\sigma$ ($\Delta Z > +\sigma$) respectivamente.

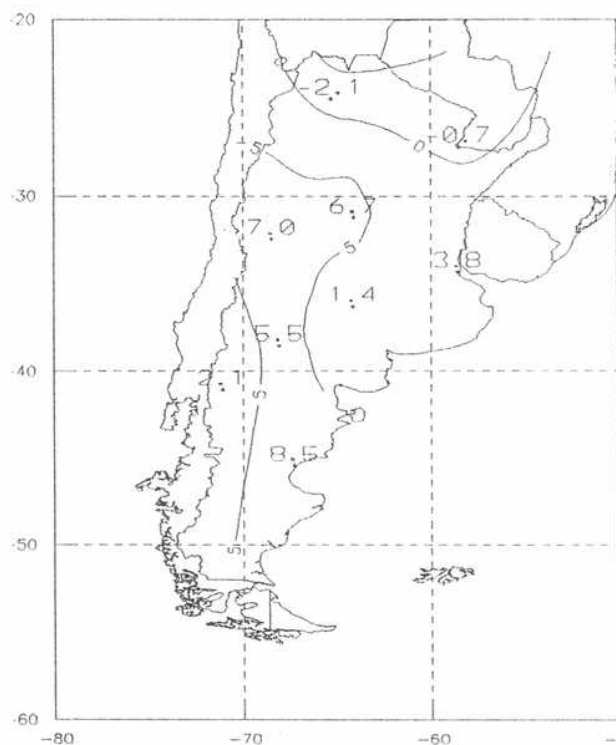
Las figuras 13, 14, 15 y 16 muestran el porcentaje de desviación respecto a la media, para los cuatro casos citados en el párrafo anterior.

Un ΔZ negativo en 1000 hPa está asociado a una disminución del viento oeste entre 35 y 55°S. Los anticiclones se mueven en trayectorias más australes que lo común y aumentan las situaciones de bloqueo. Existe un incremento en el intercambio meridional de masas de aire.

Bajo un régimen de más vientos del este en capas bajas y menor subsidencia forzada en capas altas bajo la acción de la Cordillera, hay en general un aumento de la precipitación en la zona centro-oeste del país.

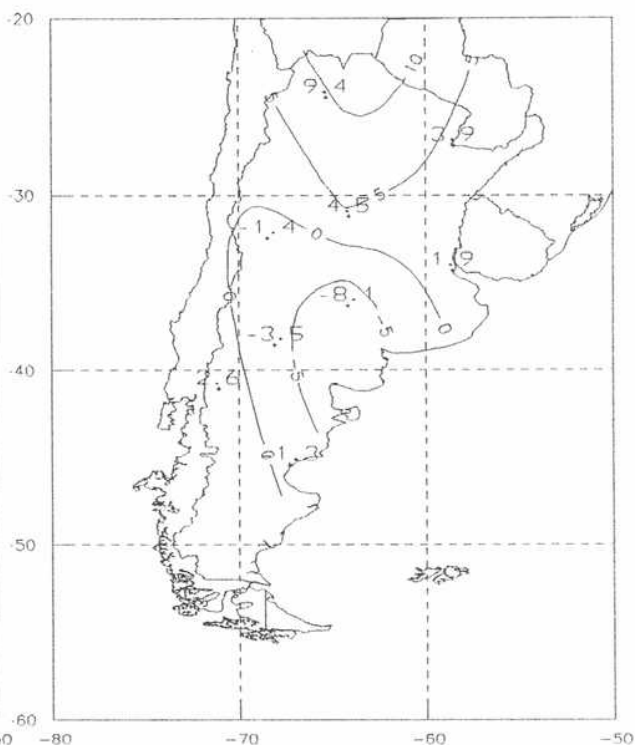
En 1000 hPa hay una zona deficitaria en el norte de Argentina, estimativamente provocada por un menor aporte de vapor de agua desde los trópicos.

En 500 hPa los oestes son más débiles al sur de 35°S y probablemente más fuertes al norte (ver Capítulo II, comparación de los índices zonales 35-55°S y 20-40°S). Consecuentemente son frecuentes las depresiones segregadas entre 30 y 40°S (ver punto



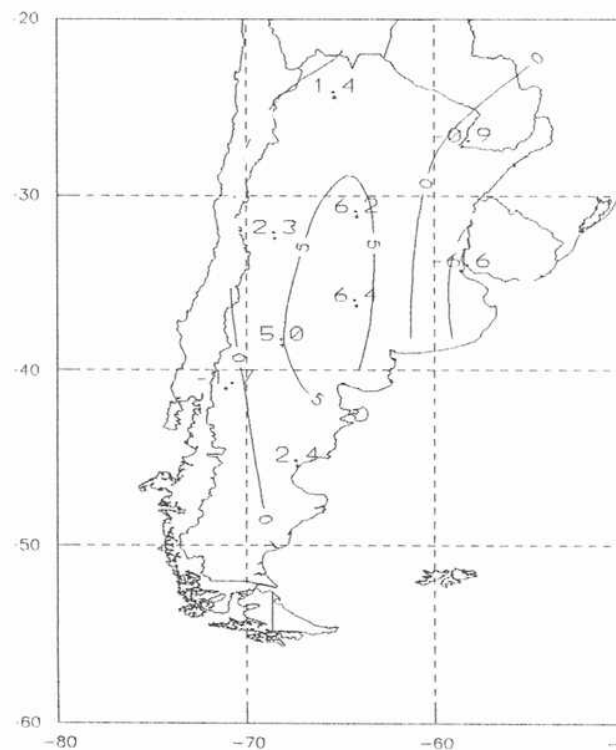
a)

Fig.9: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ para $\Delta(Z) < -\sigma$ en 1000 hPa.



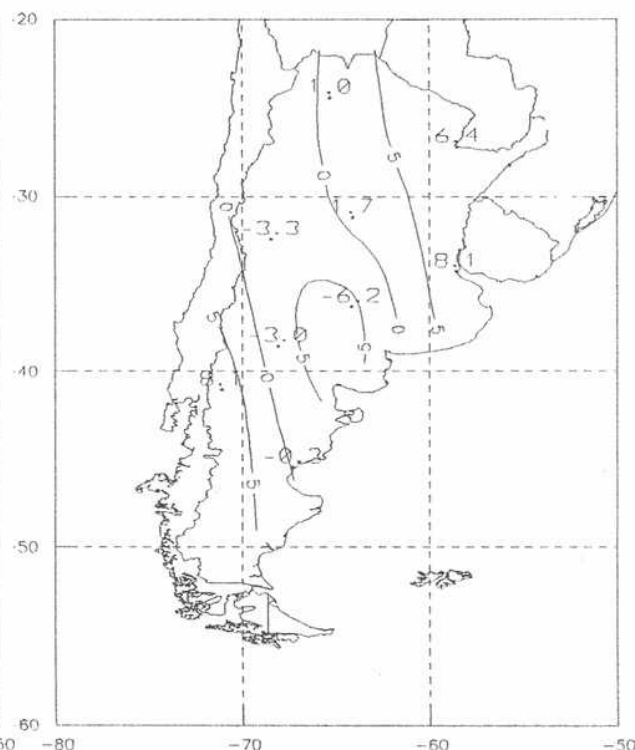
b)

Fig.10: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ para $\Delta(Z) > +\sigma$ en 1000 hPa.



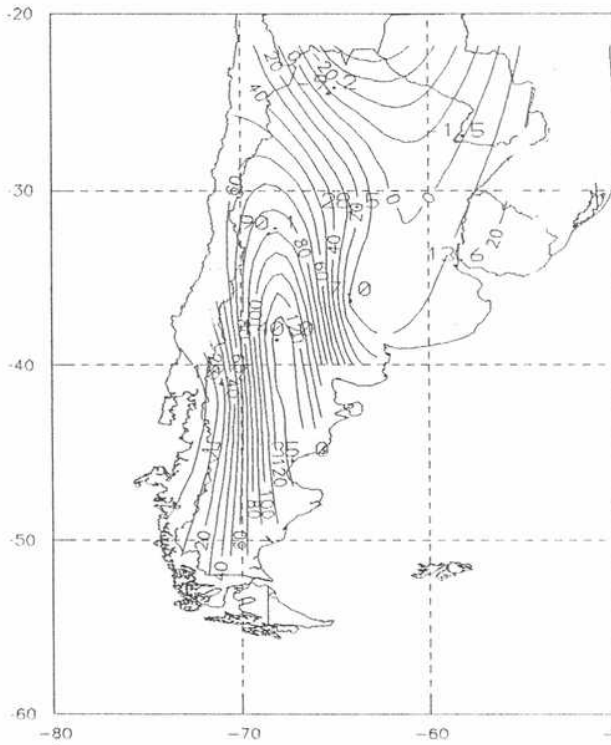
c)

Fig.11: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ (c/5mm) para $\Delta(Z) < -\sigma$ en 500 hPa.

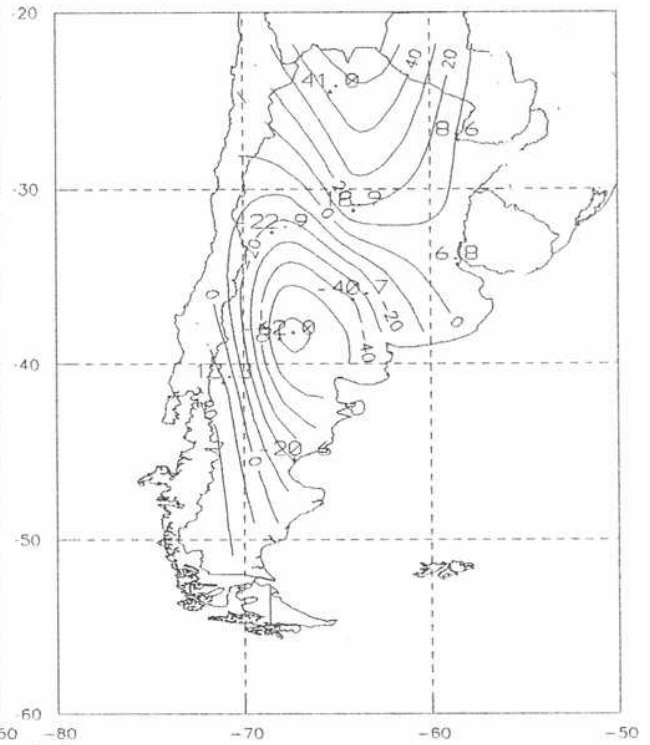


d)

Fig.12: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(p)$ (c/5mm) para $\Delta(Z) > +\sigma$ en 500 hPa.



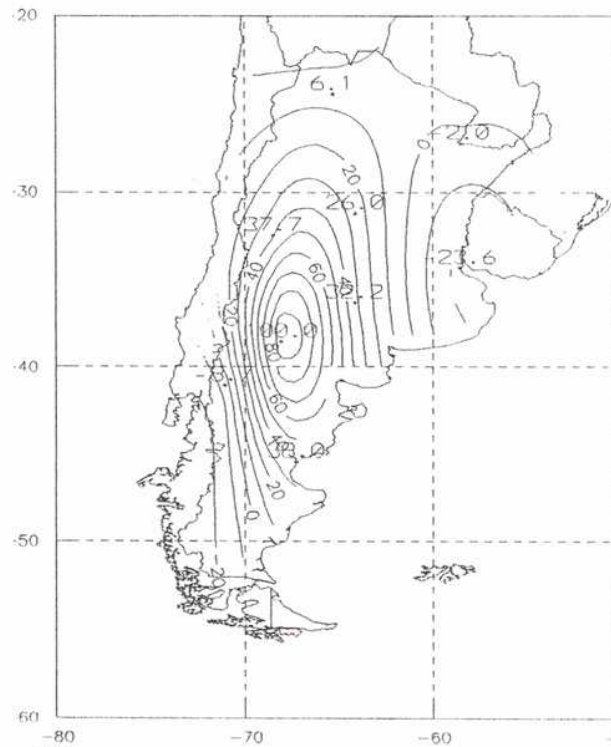
a)



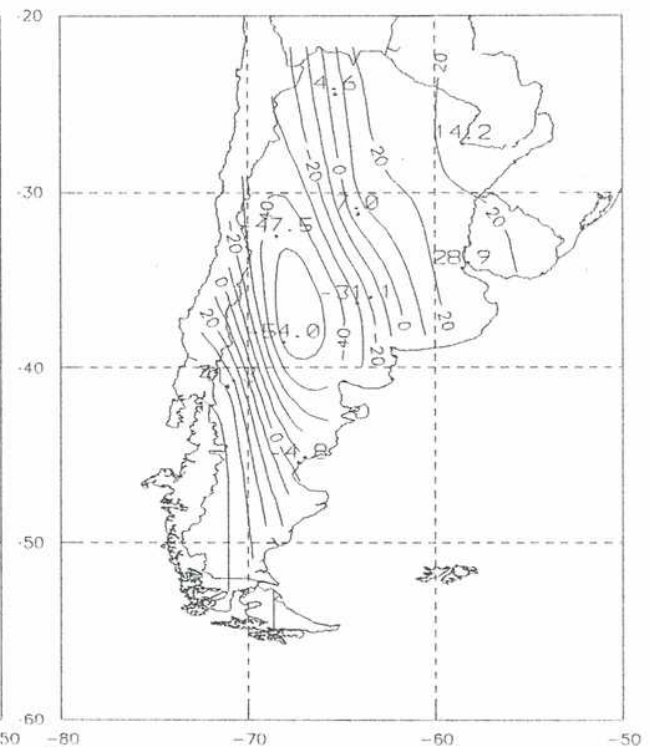
b)

Fig.13: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(Z) < -\sigma$ en 1000 hPa.

Fig.14: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(Z) > +\sigma$ en 1000 hPa.



c)



d)

Fig.15: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(Z) < -\sigma$ en 500 hPa.

Fig.16: Porcentaje de desviación respecto a la normal para $\Delta(Z) > +\sigma$ en 500 hPa.

2.4 del Capítulo IV).

En este nivel se presenta una disminución de precipitación en la zona cordillerana desde 40°S y el sudoeste de la Patagonia; menor precipitación orográfica con menor viento oeste. Buenos Aires y el litoral también son deficitarios por falta de viento norte.

En 1000 hPa un $\Delta Z > +\sigma$ implica baja presión a los 55°S y anticiclones subtropicales estables, así también como un escaso intercambio meridional de masas de aire como ha sido descrito por Pettersen (1956). En 500 hPa está asociado a un aumento de la circulación zonal especialmente entre 35 y 55°S.

Los campos correspondientes a las anomalías de la precipitación presentados en las figuras 10 y 12, muestran una gran similitud entre 1000 y 500 hPa.

Una corriente zonal intensa produce una mayor precipitación sobre la Cordillera de los Andes. A sotavento de la misma se encuentra una zona deficitaria centrada en la Pampa, bajo la influencia de una mayor subsidencia forzada.

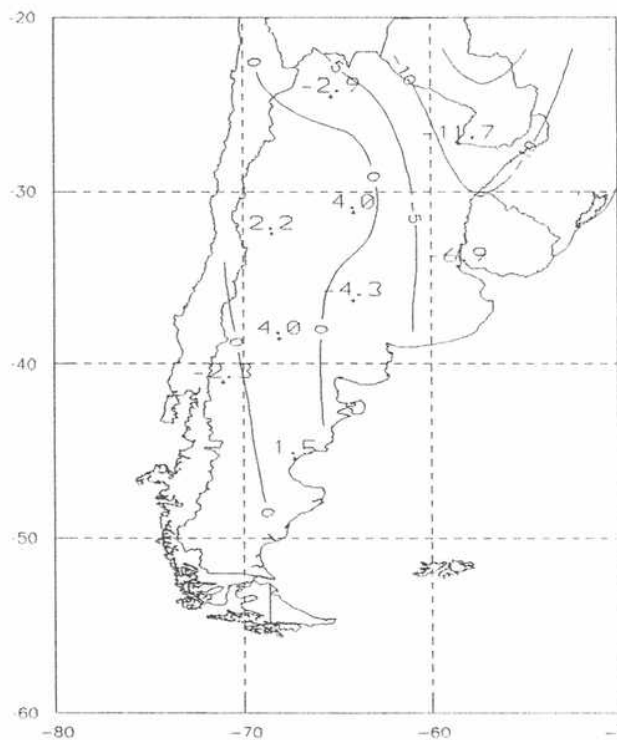
En cambio se observa un aumento en el norte y noreste del país. Se estima que este aumento se debe al descenso orográfico de la presión al este de la Cordillera como ha sido estudiado por Ciappesoni (1980). Este descenso de la presión provoca un aumento del viento norte (Figs. 3a) y 3b) del Capítulo IV).

B-3) INDICE DE CURVATURA

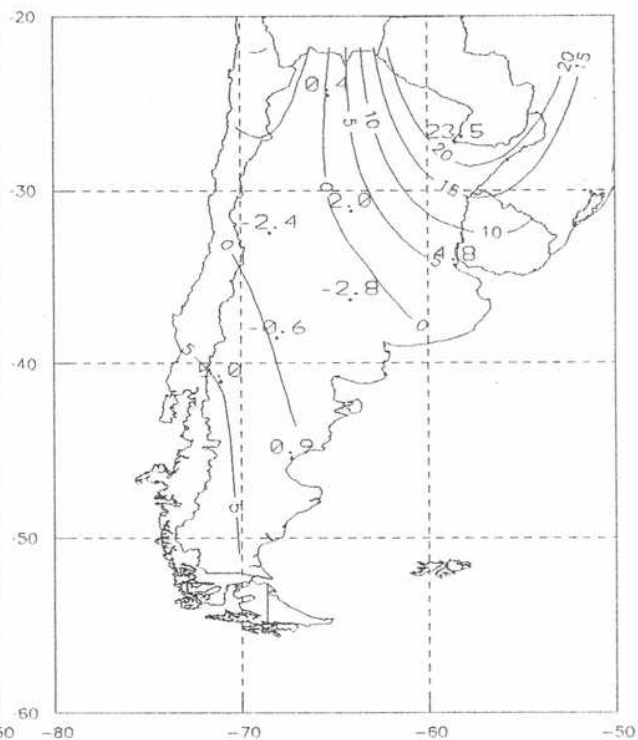
En las figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 se representan de igual manera que para los otros dos índices los campos de anomalías de precipitación para las anomalías del índice de curvatura.

Un ΔC negativo en 1000 hPa corresponde a alta presión en el meridiano 65°O; lo que indica aumento de viento norte al oeste del meridiano citado y aumento de viento sur al este del mismo.

En las figuras 17 y 21 se representan las anomalías y el desvío porcentual de las precipitaciones para 1000 hPa. Se observa que es deficitaria en una gran zona sobre el norte y este de la



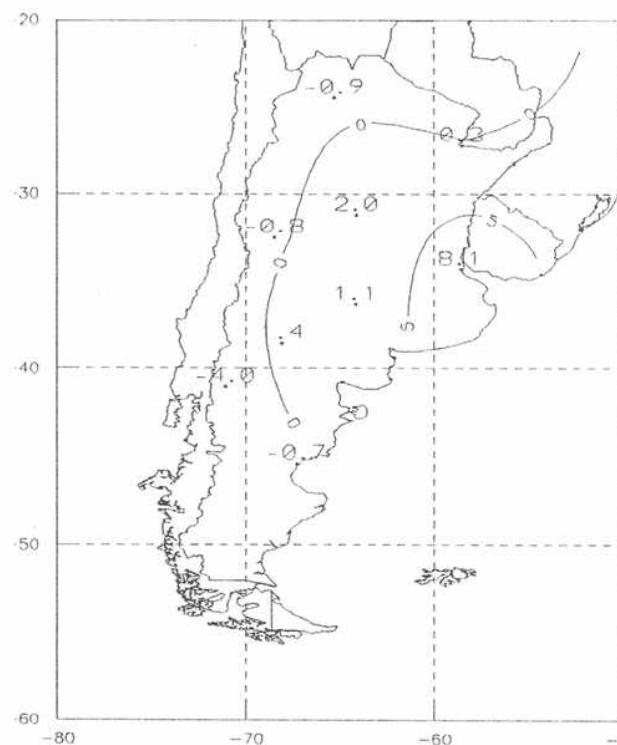
a)



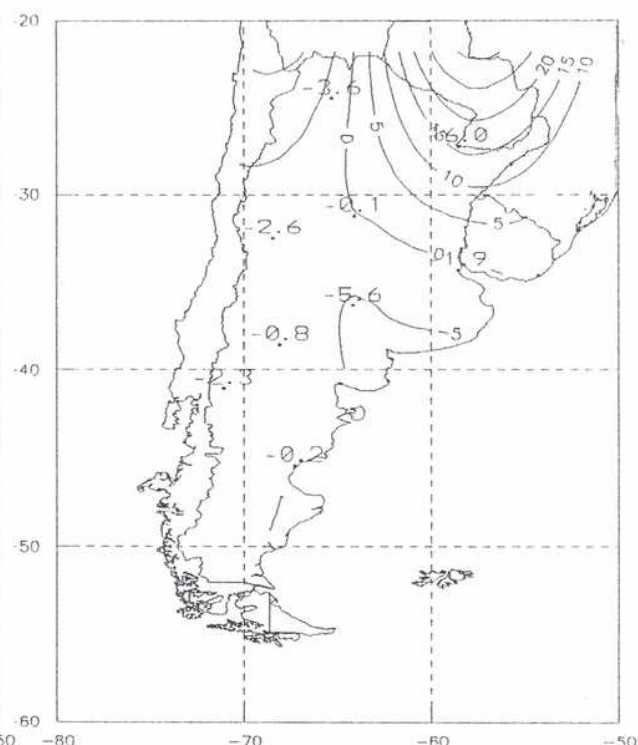
b)

Fig.17: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ para $\Delta(C) < -\sigma$ en 1000 hPa.

Fig.18: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ para $\Delta(C) > +\sigma$ en 1000 hPa.



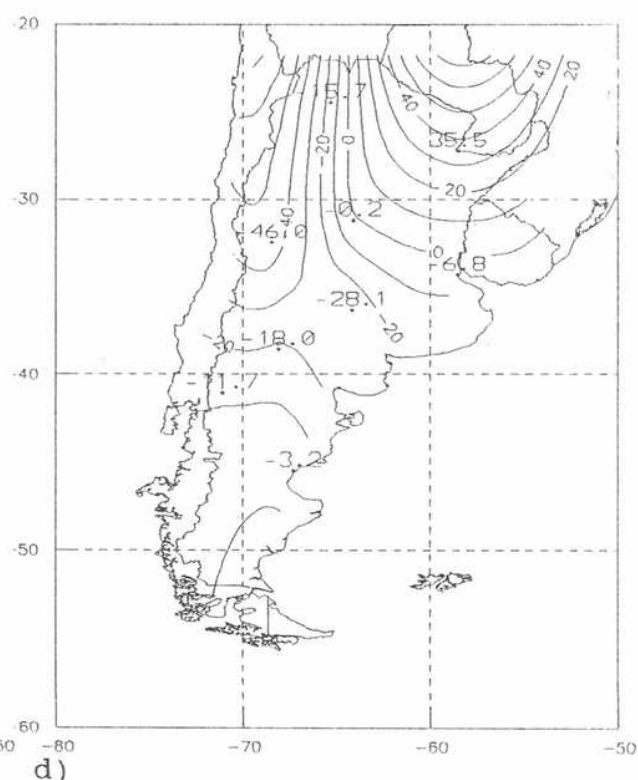
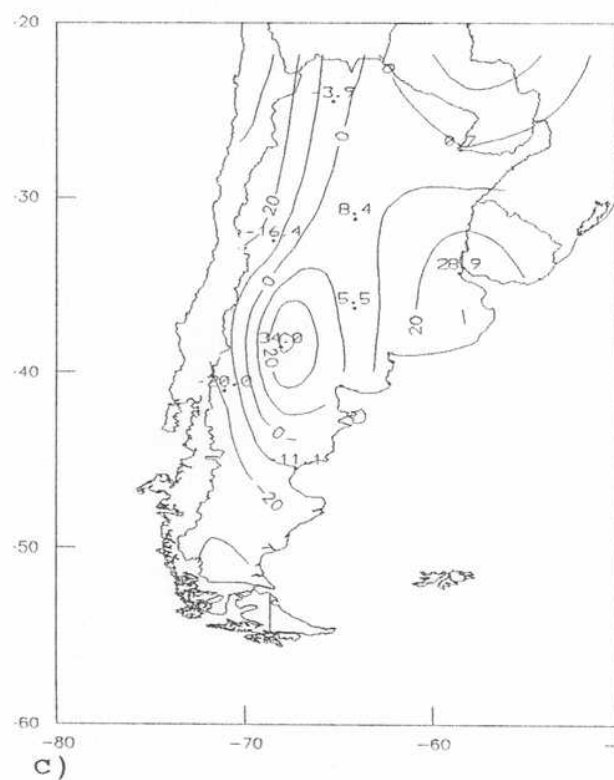
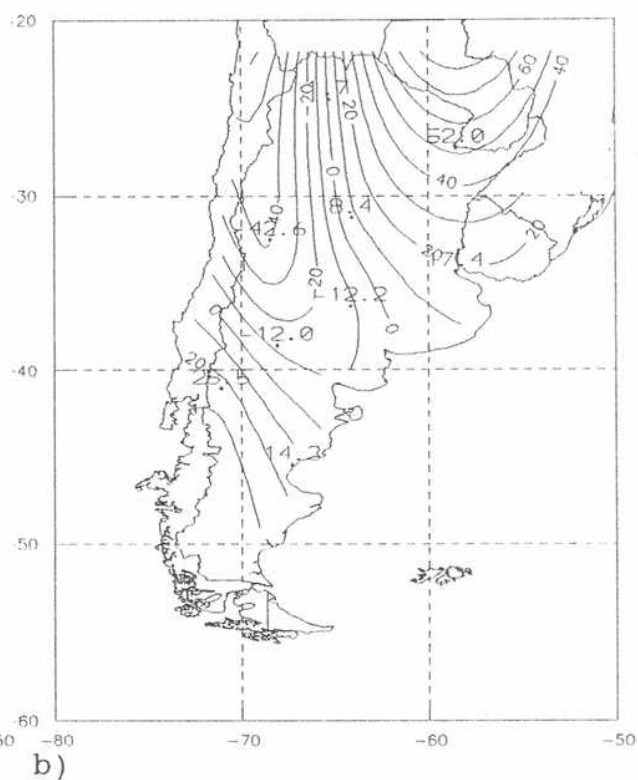
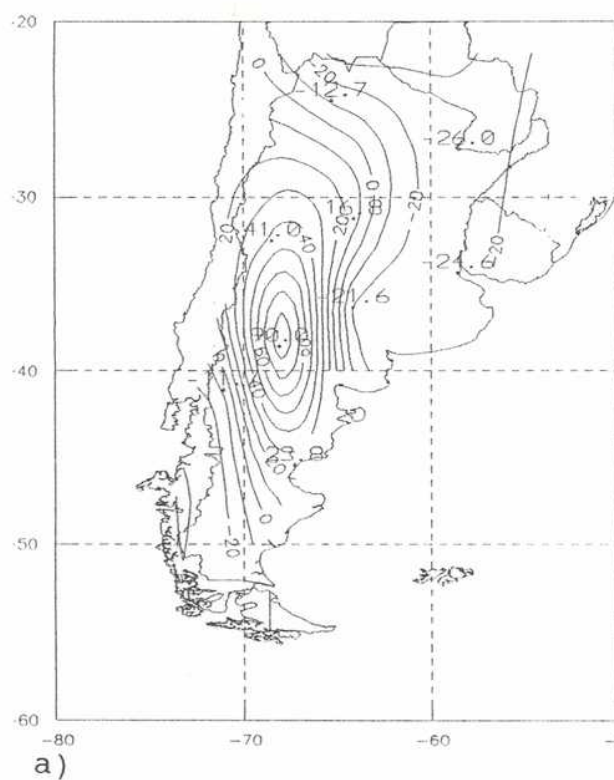
c)



d)

Fig.19: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(P)$ (c/5mm) para $\Delta(C) < -\sigma$ en 500 hPa.

Fig.20: Anomalías decádicas de precip. $\Delta(p)$ (c/5 mm) para $\Delta(C) > +\sigma$ en 500 hPa.



Argentina, abarcando el este de la provincia de La Pampa, Rio Negro, y Chubut. También es escasa en la región andina sur y el sudoeste de la Patagonia. En cambio existe un apreciable aumento de la precipitación en Córdoba y la zona árida, probablemente provocado por ascenso orográfico.

En 500 hPa un $\Delta C < -\sigma$, indica una cuña en 65°O con condiciones anticiclónicas hacia el este y ciclónicas hacia el oeste en superficie. Se observa que esta disposición de la cuña sobre el centro del país no altera mayormente al campo normal de precipitación.

En 40°S , 65°O y en 1000 hPa un ΔC positivo significa baja presión y en 500 hPa la presencia de una vaguada.

La curvatura ciclónica en 1000 hPa indica un aumento de viento sur al oeste y un aumento de viento norte al este de aquel meridiano.

En estas figuras se aprecia un notable aumento de precipitaciones en el litoral, que alcanza en alguna medida el este de la zona central y Buenos Aires, también hay un leve aumento de las precipitaciones en la región andina sur y al sudoeste de la Patagonia bajo situaciones de 'vaguada'. Desde el este de Chubut y sudoeste de Buenos Aires hasta el noroeste de la Argentina la lluvia es deficitaria debido a la influencia del viento sur.

La situación en 500hPa es un tanto similar, aunque el aumento de la precipitación en el litoral es menor y abarca también un área más restringida. De acuerdo con lo estudiado por Seluchi (1988) una vaguada en 500 hPa en 65°O implica un sistema de baja presión o un frente entre 500 y 800 km más hacia el este.

Otra diferencia con 1000 hPa es la falta de lluvia en la región andina sur y en la Patagonia, debido a que la ubicación en esta zona de una vaguada en 500 hPa en 65°O se asocia a la entrada de un sistema anticiclónico.

LA PRECIPITACION EN RELACION A LA COMBINACION SIMULTANEA DE INDICES

Se relaciona la precipitación acumulada en cinco días con el

signo de la anomalía de dos índices para el mismo período.

Las desviaciones respecto de la situación sinóptica media señalada por el signo de la anomalía de los índices son las siguientes:

En 1000 hPa:

$\Delta Z > 0$ circulación del oeste aumentada entre 35° y 55° S.

$\Delta Z < 0$ circulación del oeste disminuida entre 35° y 55° S.

$\Delta R > 0$ el anticiclón del Pacífico es fuerte y el del Atlántico débil.

$\Delta R < 0$ el anticiclón del Pacífico es débil y el del Atlántico es fuerte.

$\Delta C > 0$ baja presión sobre el centro de Argentina.

$\Delta C < 0$ alta presión sobre el centro de Argentina.

En 500 hPa:

$\Delta Z > 0$ circulación zonal fuerte entre 35° y 55° S.

$\Delta Z < 0$ circulación zonal débil entre 35° y 55° S.

$\Delta R > 0$ corriente conducente del SO sobre la Argentina.

$\Delta R < 0$ corriente conducente del NO sobre la Argentina.

$\Delta C > 0$ vaguada sobre el centro del país.

$\Delta C < 0$ cuña sobre el centro del país.

El número de casos de combinaciones entre los índices ha sido superior a 130 para cada uno de los pares combinados lo que indica que los resultados tienen validez estadística.

En la tabla 10 se da la lluvia acumulada en 5 días promediada para todos los casos de posibles combinaciones entre los tres índices.

Los resultados indican en algunos casos diferencias apreciables. Así en Corrientes la combinación de una corriente conducente del NO con una vaguada en 65° O en 500 hPa da el máximo de precipitación que prácticamente triplica la lluvia media en la combinación de la corriente conducente del SO con una cuña en 65° . La situación es similar aunque menos pronunciada en 1000 hPa, aquí la mayor precipitación se da con un anticiclón intenso del Atlántico y baja presión sobre el centro del país.

Para esta misma combinación de índices, la situación es similar en Ezeiza, y algo más débil en Santa Rosa y Córdoba.

En Salta en cambio, las distintas combinaciones no presentan diferencias significativas, salvo la influencia de R en 500 hPa, cuando el índice de circulación zonal en ese nivel es alto, o sea una corriente conducente del SO duplica la lluvia correspondiente a una corriente conducente del NO.

En Mendoza la mayor influencia la tiene el índice zonal tanto en 1000 hPa como en 500 hPa, superando fuertemente la influencia de los demás índices: mucha lluvia con índice bajo de circulación zonal (más viento del este) y poca con índice elevado (más viento del oeste).

En este sentido Neuquén tiene un régimen similar a Mendoza y hasta cierto punto se repite también en Comodoro Rivadavia.

En Bariloche el índice meridional supera ampliamente su influencia a los otros dos, tanto que con un anticiclón fuerte en el Atlántico y una corriente conducente del NO prácticamente se triplica la precipitación a la que se observa con un anticiclón fuerte del Pacífico y conducción del SO.

SALTA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	12.9	10.0	$\Delta C > 0$	12.0	10.5	$\Delta C > 0$	12.6	8.6
HPA	$\Delta Z < 0$	13.0	8.9	$\Delta C < 0$	13.6	8.3	$\Delta C < 0$	9.9	11.9
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	15.0	7.5	$\Delta C > 0$	13.0	8.5	$\Delta C > 0$	12.4	9.7
HPA	$\Delta Z < 0$	11.7	10.5	$\Delta C < 0$	14.0	9.2	$\Delta C < 0$	9.8	12.2
CORRIENTES									
	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	17.8	20.5	$\Delta C > 0$	25.0	25.8	$\Delta C > 0$	22.0	30.8
HPA	$\Delta Z < 0$	25.1	21.2	$\Delta C < 0$	15.8	16.6	$\Delta C < 0$	14.5	17.8
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	18.3	25.0	$\Delta C > 0$	24.3	31.0	$\Delta C > 0$	27.0	26.4
HPA	$\Delta Z < 0$	18.0	20.8	$\Delta C < 0$	10.9	17.4	$\Delta C < 0$	15.7	13.1

CORDOBA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	10.3	10.5	$\Delta C > 0$	11.7	15.8	$\Delta C > 0$	11.6	16.7
HPA	$\Delta Z < 0$	14.4	16.0	$\Delta C < 0$	12.5	11.1	$\Delta C < 0$	8.7	13.8
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	9.7	13.4	$\Delta C > 0$	9.3	18.5	$\Delta C > 0$	13.3	12.3
HPA	$\Delta Z < 0$	10.3	17.5	$\Delta C < 0$	11.1	14.6	$\Delta C < 0$	9.7	14.6
MENDOZA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	3.0	1.3	$\Delta C > 0$	2.3	3.1	$\Delta C > 0$	1.9	4.2
HPA	$\Delta Z < 0$	3.3	5.0	$\Delta C < 0$	3.8	3.3	$\Delta C < 0$	2.6	4.3
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	2.0	1.8	$\Delta C > 0$	2.8	2.5	$\Delta C > 0$	1.9	3.7
HPA	$\Delta Z < 0$	5.4	4.0	$\Delta C < 0$	4.6	3.0	$\Delta C < 0$	1.8	5.5
EZEIZA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	10.7	16.2	$\Delta C > 0$	11.7	19.8	$\Delta C > 0$	13.5	18.2
HPA	$\Delta Z < 0$	11.0	18.6	$\Delta C < 0$	10.2	14.8	$\Delta C < 0$	12.3	13.4
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	9.0	20.5	$\Delta C > 0$	11.0	22.1	$\Delta C > 0$	16.5	14.0
HPA	$\Delta Z < 0$	9.2	18.6	$\Delta C < 0$	6.8	18.0	$\Delta C < 0$	12.8	13.2
STA ROSA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	5.5	7.5	$\Delta C > 0$	8.5	13.0	$\Delta C > 0$	7.9	14.8
HPA	$\Delta Z < 0$	10.2	15.7	$\Delta C < 0$	6.1	11.0	$\Delta C < 0$	4.9	11.8
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$Z > 0$	$Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	4.2	10.5	$\Delta C > 0$	6.8	12.3	$\Delta C > 0$	7.2	13.8
HPA	$\Delta Z < 0$	9.0	16.2	$\Delta C < 0$	6.1	13.8	$\Delta C < 0$	7.4	13.3

NEUQUEN									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	1.4	1.5	$\Delta C > 0$	2.3	2.1	$\Delta C > 0$	1.6	3.3
HPA	$\Delta Z < 0$	4.0	4.5	$\Delta C < 0$	2.8	3.8	$\Delta C < 0$	1.3	5.0
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	1.0	1.8	$\Delta C > 0$	3.0	2.2	$\Delta C > 0$	1.4	4.5
HPA	$\Delta Z < 0$	4.6	4.2	$\Delta C < 0$	2.4	3.2	$\Delta C < 0$	1.2	4.4
BARILOCHE									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	$\Delta Z/C$	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	5.7	17.6	$\Delta C > 0$	9.0	15.4	$\Delta C > 0$	12.7	11.2
HPA	$\Delta Z < 0$	8.1	11.8	$\Delta C < 0$	4.5	13.4	$\Delta C < 0$	8.4	9.6
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	6.8	17.2	$\Delta C > 0$	7.7	16.9	$\Delta C > 0$	13.7	8.9
HPA	$\Delta Z < 0$	7.4	9.9	$\Delta C < 0$	6.3	12.0	$\Delta C < 0$	10.8	8.3
COMODORO RIVADAVIA									
	R/Z	R>0	R<0	R/C	R>0	R<0	Z/C	Z>0	Z<0
1000	Z>0	3.0	1.7	C>0	3.7	4.2	C>0	2.7	6.1
HPA	Z<0	3.7	6.3	C<0	2.4	4.3	C<0	1.9	4.6
	R/Z	R>0	R<0	R/C	R>0	R<0	Z/C	Z>0	Z<0
500	Z>0	3.6	3.7	C>0	3.0	4.2	C>0	2.9	4.2
HPA	Z<0	3.7	4.1	C<0	4.6	3.7	C<0	4.5	3.7

TABLA 10: Lluvia acumulada en 5 días promediada para todos los casos de la combinación de pares de índices, para las nueve estaciones.

En la tabla 11 se da la frecuencia relativa porcentual de casos en que al menos hubo un día de lluvia en períodos de 5 días, para todos los casos de cada una de las combinaciones.

SALTA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	68	57	$\Delta C > 0$	63	59	$\Delta C > 0$	64	59
HPA	$\Delta Z < 0$	68	60	$\Delta C < 0$	71	57	$\Delta C < 0$	63	65
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	66	53	$\Delta C > 0$	70	60	$C > 0$	64	69
HPA	$\Delta Z < 0$	72	63	$C < 0$	68	55	$C < 0$	54	66
CORRIENTES									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	74	68	$\Delta C > 0$	87	74	$\Delta C > 0$	77	79
HPA	$\Delta Z < 0$	76	72	$\Delta C < 0$	66	68	$\Delta C < 0$	63	71
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	71	74	$\Delta C > 0$	82	84	$\Delta C > 0$	82	83
HPA	$\Delta Z < 0$	72	73	$\Delta C < 0$	59	65	$\Delta C < 0$	62	61
CORDOBA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	52	53	$\Delta C > 0$	57	63	$\Delta C > 0$	56	63
HPA	$\Delta Z < 0$	62	64	$\Delta C < 0$	35	55	$\Delta C < 0$	47	62
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	45	61	$\Delta C > 0$	54	69	$\Delta C > 0$	58	62
HPA	$\Delta Z < 0$	60	65	$\Delta C < 0$	50	59	$\Delta C < 0$	48	62
EZEIZA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	64	69	$\Delta C > 0$	73	81	$\Delta C > 0$	74	81
HPA	$\Delta Z < 0$	75	75	$\Delta C < 0$	64	64	$\Delta C < 0$	55	70
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	57	77	$\Delta C > 0$	73	89	$\Delta C > 0$	76	84
HPA	$\Delta Z < 0$	70	76	$\Delta C < 0$	49	68	$\Delta C < 0$	57	65

SANTA ROSA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	47	55	$\Delta C > 0$	62	69	$\Delta C > 0$	56	79
HPA	$\Delta Z < 0$	71	72	$\Delta C < 0$	51	61	$\Delta C < 0$	43	66
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	41	64	$\Delta C > 0$	56	76	$\Delta C > 0$	56	76
HPA	$\Delta Z < 0$	64	76	$\Delta C < 0$	49	54	$\Delta C < 0$	49	65
NEUQUEN									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	31	30	$\Delta C > 0$	39	42	$\Delta C > 0$	33	52
HPA	$\Delta Z < 0$	35	63	$\Delta C < 0$	43	50	$\Delta C < 0$	26	64
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	26	39	$\Delta C > 0$	41	42	$\Delta C > 0$	36	55
HPA	$\Delta Z < 0$	58	58	$\Delta C < 0$	42	47	$\Delta C < 0$	28	60
BARILOCHE									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	55	78	$\Delta C > 0$	69	71	$\Delta C > 0$	70	70
HPA	$\Delta Z < 0$	69	68	$\Delta C < 0$	53	74	$\Delta C < 0$	58	68
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	53	80	$\Delta C > 0$	63	82	$\Delta C > 0$	72	70
HPA	$\Delta Z < 0$	60	72	$\Delta C < 0$	47	74	$\Delta C < 0$	62	63
COMODORO RIVADAVIA									
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
1000	$\Delta Z > 0$	45	38	$\Delta C > 0$	56	47	$\Delta C > 0$	43	64
HPA	$\Delta Z < 0$	60	61	$\Delta C < 0$	47	54	$\Delta C < 0$	39	58
	R/Z	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	R/C	$\Delta R > 0$	$\Delta R < 0$	Z/C	$\Delta Z > 0$	$\Delta Z < 0$
500	$\Delta Z > 0$	49	47	$\Delta C > 0$	58	50	$\Delta C > 0$	52	57
HPA	$\Delta Z < 0$	51	58	$\Delta C < 0$	40	53	$\Delta C < 0$	43	52

TABLA 11: Frecuencia relativa porcentual de casos en que se al menos llovió un día en cada uno de los períodos de cinco días.

Comparando los valores de esta tabla con la anterior se observa que generalmente a mayor frecuencia de ocurrencia de lluvia, le corresponde una mayor cantidad.

Para ver la relación señalada en zonas de distinto régimen pluviométrico, con los datos de las Tablas 10 y 11 confeccionó la figura 25, que muestra un diagrama de dispersión para las estaciones Corrientes, Bariloche y Comodoro Rivadavia.

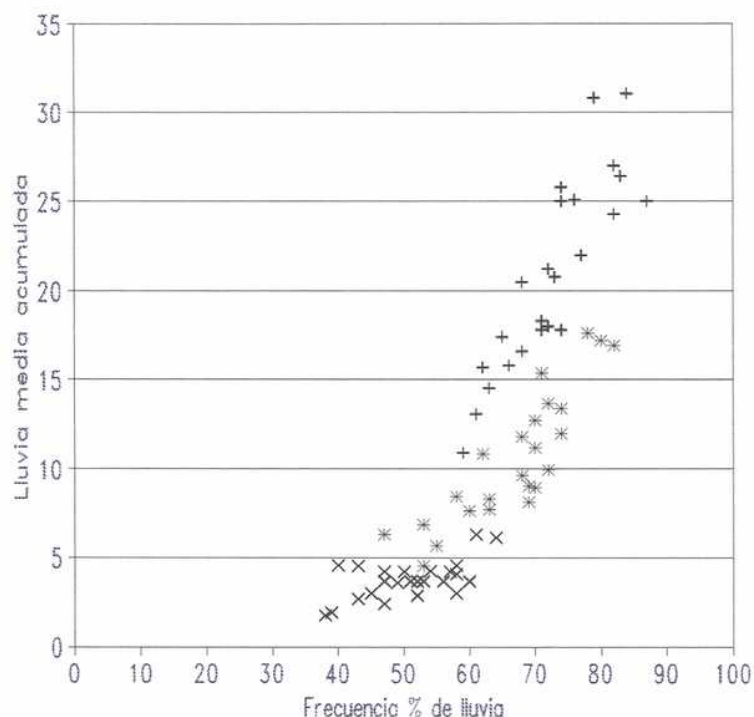


Fig. 25: Lluvia media acumulada en intervalos de a 5 días en función de la frecuencia relativa de ocurrencia de precipitación en el mismo período, en: (++) Corrientes, (**) Bariloche y (xx) C. Rivadavia.

Si se estima para cada una de las estaciones una recta por cuadrados mínimos, se puede ver que para un porcentaje dado de probabilidad de que en 5 días se halle acumulada alguna lluvia, la precipitación correspondiente es más alta en Corrientes, le sigue Bariloche y finalmente Comodoro Rivadavia.

En este mismo orden puede verse el incremento de la cantidad de lluvia con el aumento de casos en que llovió al menos un día

de cada 5, quedando reflejado en este gráfico el régimen normal de las precipitaciones en estas estaciones.

Este gráfico permitiría en cierta medida, estimar la probabilidad de ocurrencia de lluvia en función de las anomalías presentadas en las figuras de B-1, B-2 y B-3.

CONCLUSIONES

Las correlaciones tomadas para distintos períodos entre las precipitaciones y los índices son en general poco significativas. El de curvatura presenta los valores más bajos.

La correlación entre las anomalías del índice meridional y las de precipitación en 500 y 1000 hPa, se presenta significativamente distinta de cero en Bariloche y centro del país. Un resultado similar se obtiene entre las anomalías en estas estaciones y el zonal en 500 hPa, aumentando ligeramente en las estaciones del norte y sur, cuando este índice se toma entre 20 y 40° de latitud Sur.

De los campos medios de anomalías de precipitación en respuesta a los índices se puede establecer que:

En 1000 hPa, una anomalía positiva (negativa) intensa del índice meridional está asociada con una anomalía negativa (positiva) de precipitación. Se observa una fuerte asociación sobre la región este de la Argentina y una débil sobre el sudoeste y oeste del país; esta distribución se comporta de igual forma en 500 hPa.

En ambos niveles anomalías positivas (negativas) de precipitación corresponden a valores de anomalías del índice zonal negativo (positivo). Esta asociación se da en el centro oeste del país y en la Patagonia, mientras que en el norte y en el este las anomalías de ambas variables poseen el mismo signo.

Anomalías positivas de curvatura coinciden con valores de anomalías positivos de precipitación en el centro-este y este del país en 500 y 1000 hPa, en el centro y oeste se asocian los signos contrarios.

El estudio de la combinación de los índices muestra en muchos casos tanto en 1000 como 500 hPa, la fuerte preponderancia del índice meridional, mientras que en 1000 hPa la curvatura la muestra en algunos casos y el índice zonal solamente en Mendoza y Neuquén.

En cuanto a la frecuencia porcentual de casos de lluvia se observa una gran correspondencia entre el promedio acumulado y la frecuencia porcentual, siendo las lluvias más fuertes en

BIBLIOGRAFIA

Canziani O. J., A. Forte Lay, A. Troha (1992) :*Estacionalidad de las precipitaciones en territorio continental argentino. Geoacta 19, 21-36.*

Ciappesoni H. H. (1980): *Simulación numérica de la influencia de la Cordillera de los Andes. Tesis Doctoral. UBA.*

Seluchi M. E. (1993): *Estudio del comportamiento de los sistemas sinópticos migratorios en la Argentina. Tesis Doctoral. UBA.*

Lichtenstein, E. R. (1980): *La depresión del Noroeste Argentino. Tesis Doctoral, UBA, 43-44.*

Petterssen, S. (1956): *Weather Analysis and Forecasting. Mc. Graw. Hill Book Co, 128-136.*

Velasco I., G. V. Necco (1981): *Características del campo térmico de la atmósfera libre de la República Argentina. Meteorologica XII, 7-22.*

Wölcken K. (1954): *Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina. Meteoros 4, 327-366.*

CONCLUSIONES

Del estudio de los índices tomados para cuantificar a la circulación atmosférica se desprende:

- *El análisis armónico de los índices muestra una fuerte influencia en la varianza total del primer armónico, por tal motivo se ha tomado a éste como patrón para obtener desviaciones y anomalías en casos particulares.*
- *A través del índice zonal referido a los 60°O queda bien reflejado el índice de circulación zonal del Hemisferio Sur, tanto en 500 como en 1000hPa.*
- *El índice meridional, muestra en 40°S la gran influencia de una cuña de onda larga en 500 hPa en el Océano Pacífico y del Anticiclón de este último en 1000 hPa.*
- *Tanto la marcha del índice de curvatura en 1000 hPa y en 500 hPa, como la del espesor 500/1000 hPa, demuestran que la influencia térmica del continente sudamericano es notable aun en 40°S.*
- *En base al promedio corrido y doblemente suavizado de 10 días de las anomalías de los índices se ha obtenido una cierta preponderancia de una periodicidad de 50 días, concordante con un leve máximo en el análisis espectral.*
- *El índice zonal y el meridional para lags menores o iguales que -5 meses, tienen el mismo signo que el índice de Oscilación del Sur (SOI) en 500 y 1000 hPa, así también como la curvatura en este último nivel.*

Del análisis de la asociación de los índices con el comportamiento de los

sistemas migratorios se desprende que:

a) Un $\Delta R > 0$ en 500 hPa, corresponde a una cuña en el Océano Pacífico y/o una vaguada en el Atlántico con una corriente conducente del sudoeste sobre la Argentina; en 1000 hPa, a un anticiclón subtropical del Pacífico fuerte y desplazado hacia el sur y un anticiclón del Atlántico débil o inexistente en la cercanía del continente. Con esta situación se desplaza una serie de anticiclones en trayectoria SO-NE sobre la Argentina y un rápido debilitamiento en su posterior trayectoria hacia el este.

b) Un $\Delta R < 0$ en 500 hPa, corresponde a una vaguada de onda larga en el Océano Pacífico y/o una cuña en el Atlántico que determinan una corriente conducente del noroeste sobre la Argentina; en 1000 hPa a un anticiclón subtropical del Atlántico fuerte y desplazado hacia el sur y uno del Pacífico débil y trasladado hacia el norte. Con esta situación se observa el pasaje de ciclones en tratoria NO-SE sobre la Patagonia, una intensificación de la depresión del Noroeste argentino y la probabilidad de ciclogénesis en el Litoral.

c) Un $\Delta Z > 0$ tanto en 500 como en 1000 hPa se asocia a anticiclones subtropicales fuertes y estables, al pasaje de profundas depresiones subpolares, y a un escaso intercambio meridional de masas de aire.

d) Un $\Delta Z < 0$ está relacionado con el pasaje de anticiclones migratorios a mayor latitud, fuerte intercambio meridional de masas de aire y mayor probabilidad de ciclogénesis sobre el litoral.

De los campos obtenidos a través de la comparación de las anomalías decádicas de temperatura con los desvíos típicos (σ) de los índices se desprende que:

- a) En 500 y 1000 hPa, un $\Delta R > \sigma$ ($\Delta R < -\sigma$) se asocia a una anomalía negativa (positiva) de temperatura.*
- b) En 500 hPa, un $\Delta Z > \sigma$ ($\Delta Z < -\sigma$) se asocia a una anomalía positiva (negativa) de temperatura.*
- c) En 500 hPa, un $\Delta C > \sigma$ ($\Delta C < -\sigma$) se asocia a una anomalía positiva (negativa) de temperatura.*

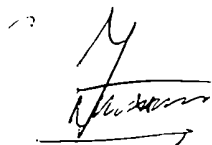
De los campos obtenidos a través de la comparación de las anomalías decádicas de precipitación con los desvíos típicos (σ) de los índices en 1000 y 500 hPa, se desprende que:

- a) Un $\Delta R > \sigma$ ($\Delta R < -\sigma$) determina una anomalía negativa (positiva) en la precipitación.*
- b) Un $\Delta Z < -\sigma$ ($\Delta Z > \sigma$) corresponde a anomalías positivas (negativas) de precipitación en el centro oeste de la Argentina y en la Patagonia. En el norte y en el este ambas anomalías presentan el mismo signo.*

La asociación del índice zonal con la precipitación muestra en su distribución la clara influencia orográfica de la Cordillera de los Andes.

- c) Un $\Delta C > \sigma$ se asocia a fuertes anomalías positivas de precipitación en el centro-este y este del país y negativas en el centro y oeste del mismo.*

Los campos de anomalías de temperatura y precipitación podrán ser transformados en campos pronosticados de medio y largo plazo, una vez establecidos los métodos del pronóstico hemisférico de las ondas largas, en especial su situación alrededor de Sudamérica. Un comienzo ya está dado con los pronósticos del Niño-Oscilación del Sur, relacionados con los índices de circulación elegidos.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. J. ...', with a horizontal line and an arrow pointing to the right below it.